차 례

머 리 말

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《지리학은 조선혁명을 위하여 반드시 필요한 과학의 하나입니다.》

지구우에서 일어나고있는 자연사적과정과 천태만상의 자연현상들은 일정한 법칙성을 가지고 밀접한 련관속에서 변화발전하고있다.

과학과 기술이 빠른 속도로 발전함에 따라 이미 수많은 자연현상들의 본질이 해명되고 오랜 세월 수수께끼로 되여오던 주위세계의 비밀들도 점차 밝혀지고있다.

5학년지리에서는 과학적인 세계관을 세우는데서 필수적인 지구의 형성과 진화과정, 인민경제 여러부문에서 나서는 과학기술적문제들을 푸는데 도움을 주는 지구우에서 일어나는 지리적과정과 현상들의 일반적원리들, 인류의 생존, 장래운명과 관련되는 환경과 자연자원에 대한 개념과 그 보호문제에 대하여 폭넓고 깊이있게 학습하게 된다. 또한 지리학습의 필수적인 수단이며 일상생활과 군사분야에서 널리 리용되고있는 지도에 대하여서도 학습하게 된다.

우리는 지리학습을 깊이있게 잘하여 경애하는 **김정은**선생님의 령도따라 강성국가건설에 적극 이바지하여야 한다.

제 1 장. 지구의 형성과 진화

제 1절. 태양계의 형성

지구의 형성과정은 우주와 은하계, 태양계의 형성과정과 떼여놓고 생각할수 없다.

1. 우주와 은하계의 형성

우주는 방대한 공간과 그속에서 여러가지 형태로 존재하면서 끊임없는 변화발전과정에 있는 물질을 말한다.

천문학자들의 관측에 의하면 모든 별들은 시간이 감에 따라 우리로부터 멀어지고있다. 이것은 우주공간자체가 팽창하고있다는것을 말해준다. 또한 이 사실은 먼 옛날에 우주물질이 상상하기 어려울 정도의 초고온, 초고밀도상태로 한곳에 집중되였다가 대폭발이 일어나 팽창하면서 현재와 같이 광대한 공간을 차지하게 되였다는것을 의미한다. 이것이 바로 우주발생에 관한 대폭발리론이다.

대폭발리론에 의하면 지금으로부터 137억년전에 한곳에 집중되여있던 우주물질이 폭발하고 그로부터 10^{-5}초라는 매우 짧은 시간동안에 이 물질들이 모여 양성자와 중성자가 형성되였다. 그리고 100초후에는 양성자와 중성자들이 모여 원자핵이 형성되고 38만년후에는 각종 원소들이 형성되였다.

이 원소들은 우주공간에 군데군데 뭉쳐있었는데 그것이 성운이였다. 그중에서 특별히 밀도가 크고 온도가 낮은 성운은 자체의 중력에 의하여 수축되면서 중심부의 온도가 높아지고 마침내는 빛을 복사하기 시작하였다. 그것은 중심부의 온도가 1 000만℃정도에 이르러 핵융합반응이 일어나 내부를 고온, 고압으로 유지하면서 우주공간으로 방대한 량의 빛을 내보내였다. 이것이 바로 첫 항성이였는데 이때는 대폭발이 일어난 때로부터 2억년후(지금으로부터 135억년전)였다. 대폭발후 9억년후에는 항성들이 모여 첫 은하계가 형성되고 12억년후에는 현재와 같은 은하계의 구조가 이루어졌다.

2. 태양계의 형성

태양은 대폭발이 있은 다음 오랜 기간에 걸쳐 형성되였다. 당

시 태양의 반경은 현재보다 10배 컸으며 밝기도 현재의 10배정도였다. 이것이 원시태양이다.

원시태양은 계속 수축되는 한편 주위의 성운을 끌어당겨 기체원반을 형성하였다. 기체원반은 주로 수소와 헬리움으로 구성되였으며 그속에 고체먼지가 1%정도로 들어있었다.

태양의 자전과 함께 기체원반이 회전함에 따라 주위에 있는 무수한 먼지가 원반의 원심힘과 태양의 끌힘을 받아 원반적도면에 내려쌓이면서 기체원반전체에는 얇은 먼지층이 생겼다. 먼지층의 밀도가 커지면서 먼지들끼리의 끌힘이 태양의 끌힘보다 커져 먼지들이 모여 덩어리를 형성하였으며 이 덩어리는 더욱더 수축되면서 견고한 소행성으로 되였다. 이러한 소행성의 수는 100억개정도에 달하였다.

태양에 가까운쪽에는 금속을 주성분으로 하는 소행성들이, 먼쪽에는 얼음을 주성분으로 하는 소행성들이 생겨났다.

소행성들은 서로 충돌하면서 합쳐져 크게 성장하여 거의 같은 시기에 태양으로부터 멀어져가면서 수성, 금성, 지구, 화성, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성의 순서로 형성되였다.

제 2 절. 지질시대와 지구의 진화

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《 … 학생들이 우리 나라에 있는 광물과 암석, 우리 나라 땅덩어리의 진화력사와 구성상태, 우리 나라의 지하자원에 대하여 잘 알도록 교육사업을 잘하여야 합니다.》

우리 나라의 지하자원과 우리 나라 땅덩어리의 진화력사를 잘 알자면 지질시대와 지구의 진화에 대한 풍부한 지식을 가져야 한다.

1. 지질시대

원시행성들은 완전한 행성으로 되지 못한 천체였다.

원시지구는 우주물질이 모인 하나의 큰 집합체였다. 거기에는 핵도 만틀도 굳은 겉부분도 없었다. 원시지구를 이룬 물질들은 점차 중력에 의하여 빽빽하게 되고 중력분화작용을 받은 결과 무거운

원소들은 속부분에 모여 지핵을 이루고 가벼운 원소들은 지구겉면에 모여 만틀을 이루기 시작하였다.(46억년전)

갓 형성된 원시지구에는 아직 대기가 없었다. 그것은 자기의 겉면가까이에 가벼운 기체를 유지할수 있으리만큼 질량이 크지 못하였기때문이다.

소행성과 운석이 소낙비 내리듯이 떨어지면서 원시지구의 질량은 점점 커졌고 중력도 커졌다. 빠른 속도로 떨어지는 소행성들이 지구와 충돌하면서 생긴 열로 하여 지구겉면의 온도는 높아지고 지구겉면이 녹아 마그마바다가 형성되였다.

소행성들이 지구와 충돌할 때 깨지면서 그속에 들어있던 수증기(H_2O)와 이산화탄소(CO_2)가 갈라져나와 원시대기가 이루어졌다.

지구내부에서는 세찬 열핵반응과 화학반응이 일어났고 방사성원소의 붕괴와 중력분화작용에 의하여 많은 열에네르기가 생기였다.

지구주위의 소행성들이 거의다 지구에 떨어져 지구가 지금의 크기에 가까와졌을 때 소행성들이 떨어지면서 생기던 열도 적어져 지구가 점차 식기 시작하였다.

마그마바다면은 점점 식어 굳어지고 38억년전에 원시지각이 생겨났다. 그리하여 지구는 굳은 행성으로 되였다.

지구겉면이 식으면서 수증기가 응결되면서 비가 내려 지구겉면에는 원시바다가 생겼다.

지구에 지각과 만틀, 지핵 그리고 대기권과 바다가 형성되면서 약 35억년전에 탄소동화작용을 하는 단백질이 처음으로 생겨났는데 이것을 지구상에 생겨난 첫 생명체로 본다.

이와 같이 원시지구가 형성된 때로부터 현재까지 지구우에서 여러가지 지질학적변화가 일어난 46억년의 기간을 지질시대라고 한다.

이 46억년을 지구의 나이로 본다.

지질시대는 지층과 암석속에 들어있는 화석과 방사성동위원소붕괴에 기초하여 결정한다.

1) 화석에 의한 지질시대결정

화석이란 옛 지질시대에 살았던 동물의 뼈, 이발, 조가비, 식물의 잎과 줄기, 뿌리, 동물의 발자욱이나 기여다닌 자리 등 생물

의 유해와 살던 흔적이 퇴적암에 남아있는것이다.

화석은 여러가지 형식으로 형성된다.

화석은 우선 생물이 죽어 모래, 감탕 등 퇴적층속에 묻힌 다음 살을 비롯한 연한 부분은 분해되여 없어지고 동물의 뼈, 이발, 조가비 등 굳은 광물질부분만 남아있음으로써 생긴다. 실례로 털코끼리뼈, 서우의 뼈, 조가비를 들수 있다.

화석은 또한 생물이 죽어 퇴적층속에 묻힌 다음 분해되여 없어지고 그 자리만 퇴적암에 조각한것처럼 남아있는 형식으로도 이루어진다.

화석은 다음으로 동물의 뼈와 조가비, 식물의 줄기 등이 분해되면서 물속에 풀려있는 광물질들과 작용하여 굳은 돌로 변화되여 생긴다. 실례로 평양시 모란봉을 비롯하여 여러곳에서 나는 규화목(돌나무)을 들수 있다.

화석가운데는 일정한 지질시대에 쌓인 지층에서만 나오는것들이 있다.

실례로 삼엽충과 산호화석은 고생대지층에서만 나오며 은행나무, 공룡, 시조새, 암모니트(연한몸동물의 한가지)의 화석은 중생대지층에서만 나오며 버드나무, 참나무, 밤나무, 밥조개, 굴조개, 털코끼리의 화석은 신생대지층에서만 나온다. 이러한 화석을 찾으면 그것이 나온 지층이 형성된 지질시대를 알수 있다.

이와 같이 지층이 형성된 지질시대를 결정하는 기준으로 쓰이는 화석을 표준화석이라고 한다. 표준화석을 기준으로 하여 결정한 지질시대를 상대적지질시대라고 한다.

2) 방사능법에 의한 지질시대결정

지층과 암석, 광물속에는 우라니움(^{238}U), 토리움(^{232}Th), 칼리움(^{40}K), 탄소(^{14}C) 등 여러가지 방사성동위원소들이 들어있다.

이 방사성동위원소들은 핵이 붕괴되여 보다 안정한 원소(^{206}Pb, ^{4}He, ^{40}Ar) 로 된다.

그러므로 암석과 광물속에 들어있는 방사성원소의 량과 그것이 붕괴되여 생긴 안정한 원소의 량을 재고 방사성원소의 반감기를 알면 암석과 광물이 형성된 나이를 알수 있다. 이것을 방사능법이라

고 한다.

지질년대표

대	기		세	기호	절대년령 Ma
신생대	제 4 기		현 세	Q_4	0.01
			갱신세 상 중 하	Q_3 Q_2 Q_1	1.64
	제3기	신제 3 기	상신세 중신세	N_2 N_1	23.3
		고제 3 기	점신세 시신세 고신세	E_3 E_2 E_1	65.0
중생대	백악기		상 세 하 세	K_2 K_1	146
	유라기		상 세 중 세 하 세	J_3 J_2 J_1	208
	삼첩기		상 세 중 세 하 세	T_3 T_2 T_1	243
고생대	뻬름기		상 세 하 세	P_2 P_1	290
	석탄기		상 세 중 세 하 세	C_3 C_2 C_1	363

대	기		세	기호	절대년령 Ma
고생대	데 본 기		상세 중세 하세	D_3 D_2 D_1	409
	씰루르기		상세 하세	S_2 S_1	439
	오르도비스기		상세 중세 하세	O_3 O_2 O_1	510
	캄브리아기		상세 중세 하세	$\in_3$ $\in_2$ $\in_1$	570
원생대	신원생대	에디아카라기 크리오겐기 토니기		Pr_3	1 000
	중원생대	스텐기 엑타스기 카림므기		Pr_2	1 650
	고원생대			Pr_1	2 500
시생대	신시생대 중시생대 고시생대 시시생대			Ar_4 Ar_3 Ar_2 Ar_1	4 600

방사능법으로 결정한 지층과 암석의 나이를 절대적지질년대라고 한다.

방사능법으로 잰 지각에서 가장 오랜 암석의 나이는 38억년

이다. 이로부터 지각의 나이를 38억년으로 규정하고있다.

지질시대는 지구우에서의 생물의 진화단계에 기초하여 시생대, 원생대, 고생대, 중생대, 신생대 등 5개의 대로 나누며 대는 다시 몇개의 기로 나눈다.

2. 지구의 진화

46억년의 오랜 지질시대기간에 지각이 발전하면서 지구우에 대기권과 수권, 대륙과 대양, 지형, 지층과 암석, 지하자원, 기후와 생태환경, 생물계 등이 형성되고 여러차례의 지각운동과 기후변동이 일어나면서 지구가 끊임없이 변화발전하여왔다. 지구의 이러한 지질학적변화과정을 지구의 진화 또는 지각발전과정이라고 한다.

1) 시생대

시생대는 46억년전부터 25억년전까지 21억년동안 계속된 첫 지질시대이다. 이 기간에 지구우의 첫 생명물질이 생겨나고 시초생물이 살았다.

자연지리조건과 생물

원시바다가 생긴 다음 일정한 시기까지 지구우에는 산소도 생명체도 없었다.

수억년이 지나서 더운 바다물속에서는 암모니아와 탄화수소로부터 생명체의 시초물질인 유기물질이 합성되고 이것이 단백질을 거쳐 첫 생명물질로 되였다. 시생대의 더운 바다물속에서는 30억년전경부터 류황세균, 철세균 등 단세포생물이 살았다.

시생대말엽에는 빛합성을 하는 풀색식물인 바다마름류가 살았고 해면동물이 나타났다.

바다마름류는 빛합성과정에 이산화탄소를 흡수하고 많은 량의 산소를 내보냈다. 그리하여 물과 대기속에 산소가 포함되기 시작하였다.

지각운동과 지층

시생대에는 지구걸면의 대부분지역이 내려앉아 깊은 바다에 잠겨있었다.

그림 1-1. 지구우에서의 생물진화

시생대의 바다와 물웅뎅이에는 자갈, 모래, 감탕이 쌓이고 물속에 풀려있던 이산화탄소를 비롯한 탄소화합물, 세균류와 바다마름류들이 가라앉아 석회암을 비롯한 여러가지 암석과 흑연을 비롯한 지하자원이 형성되였다.

시생대의 깊은 바다에 쌓인 1만m이상의 두꺼운 퇴적암층은 땅속 깊은 곳에서 높은 열과 압력을 받아 변질되여 변성암으로 되였고 일부는 녹아 화성암으로 되였다. 그러므로 시생대지층은 편마암, 결정편암, 대리암, 규암 등 변성암과 화성암으로 이루어졌다. 시생대지층에는 금, 린회석, 흑연, 철, 우라니움 등 여러가지 지하자원이 들어있다.

시생대지층은 시생대말에 일어난 강한 지각운동을 받아 주름잡히면서 바다물면우에 솟아올라와 첫 대륙땅덩어리(륙대)를 이루었다. 시생대의 오랜 지층과 암석은 여러 대륙들의 한복판에 넓게 드러나있다.

〔참고〕 지향사와 륙대

지향사란 오랜 기간에 걸쳐 침강이 계속된 지각의 한부분으로서 1만m, 최고 2만m까지의 두꺼운 바다퇴적층이 쌓이고 다시 륭기운동이 진행되면서 강한 습곡운동이 일어나며 마그마가 뚫고올라오고 분출하여 지층과 암석이 심히 변질되는 강한 지각운동이 일어나는 활동성이 큰 구역이다. 지향사는 활동성이 약해지면 안정한 지대 즉 륙대로 된다.

륙대란 지향사와는 달리 활동성이 약하고 주로 느린 륭기 및 침강운동, 약한 땅틈운동이 일어나는 안정한 지역이다. 그러나 때로는 습곡운동, 땅끊임운동, 용암분출이 일어나군 한다.

륙대에서는 얇은 퇴적층이 쌓이고 지층은 거의 쌓인 상태로 놓이며 변질되지 않는다.

2) 원생대

원생대는 25억년전부터 5억 7천만년전까지 19억 3천만년동안 계속된 두번째 지질시대이다.

원생대는 하부원생대(고원생대)와 상부원생대(중원생대, 신원생대)로 나눈다.

자연지리조건과 생물

지구겉면의 대부분을 차지하고있던 원생대의 더운 바다에서는 철세균, 류황세균과 석회마름을 비롯한 바다마름류들이 넓게 퍼져살았다.

그림 1-2. 하부원생대의 바다마름류

바다마름류의 빛합성작용으로 산소가 많아지고 세균류의 활동으로 유리질소가 점차 많아져 원생대말(7억~6억년전)부터 물과 대기의 성분이 지금과 어느정도 비슷하게 되였다.

이와 같이 상부원생대에 물과 대기의 성분이 달라지고 산소가 많아지면서 바다에서 다세포동물인 바다지렁이, 해면동물, 구멍벌레, 방산충이 많이 살았다.

지각운동과 지층

원생대의 깊은 바다에서는 자갈, 모래, 감탕과 탄산칼시움, 마그네시움화합물, 규소화합물들이 가라앉아 두꺼운 바다퇴적층이 쌓이였다.

석회마름은 바다물속에 풀려있는 탄산칼시움을 흡수하여 껍질을 만들고 그것이 가라앉아 석회암을 형성하였다. 바다마름류들은 빛합성작용을 하여 많은 량의 유기물질을 합성하였으며 그것이 가라앉아 분해되여 흑연, 초무연탄, 원유, 천연가스를 형성하였다.

원생대에 쌓인 두꺼운 바다퇴적층은 원생대말에 일어난 지각운동으로 심히 변질되고 주름잡히면서 솟아올라와 륙지로 되였으며 시생대에 형성된 대륙땅덩어리를 더욱 넓히였다.

하부원생대지층은 편마암, 결정편암, 규암, 대리암, 석회암, 화강암으로 이루어져있다.

상부원생대지층은 사암, 력암, 점판암, 석회암, 천매암으로 이루어져있다.

하부원생대의 오랜 지층은 시생대지층과 함께 여러 대륙들의 한복판에 드러나있는데 이러한 지역을 순상지라고 한다.

3) 고생대

고생대는 5억 7천만년전부터 2억 4천 3백만년전까지 3억 2천 7백만년동안 계속된 세번째 지질시대이다.

고생대는 크게는 하부고생대와 상부고생대로 나누고 작게는 캄브리아기, 오르도비스기, 씰루르기, 데본기, 석탄기, 뻬름기 등 6개의 기로 나눈다.

(1) 하부고생대

캄브리아기, 오르도비스기, 씰루르기를 합쳐 하부고생대(5억 7천만년전부터 4억 9백만년전까지)라고 한다.

자연지리조건과 생물

고생대에 들어서면서 물과 대기속에 산소가 많아지고 바다물에 소금기가 많아지면서 바다생물에게 유리한 생활환경이 이루어져 캄브리아기부터 생물이 급격히 진화번성하였다.

하부고생대의 바다에서는 풀색마름, 붉은마름, 남색마름 등 바다마름류와 삼엽충, 붓돌류, 낙지류, 산호류, 해면, 해파리, 해백합 등 수천종의 바다무척추동물이 살았다.

이가운데서 삼엽충은 캄브리아기표준화석이고 붓돌류와 낙지류는 오르도비스기표준화석이며 산호류는 씰루르기표준화석이다.

씰루르기말에 바다에서는 원시적인 물고기(갑주어)가 처음으로 나타났다. 이 첫 물고기는 온몸이 굳은 뿔질 또는 뼈판으로 덮여있었고 아직 꼬리와 지느러미도 발달하지 않은 매우 원시적인 물고기였다.

[참고] 하부고생대의 주요화석

삼엽충은 그 모양이 가재와 비슷한데 몸이 대가리, 가슴, 꼬리 등 3개의 마디로 되여있으며 수많은 다리를 가지고 바다밑을 기여다니거나 헤염쳐다니였다.

붓돌류는 작은 공기주머니를 가지고있어 해파리처럼 물흐름을 따라 떠다니며 살았고 일부는 바다밑에 붙어서 무리지어 살았다.

낙지류는 오늘날의 낙지나 문어와는 달리 소뿔처럼 길고 뾰족한 원뿔모양이였는데 뒤부분에 낙지나 문어처럼 발이 달려있었다.

지각운동과 지층

캄브리아기부터 세계적으로 대륙땅덩어리들이 천천히 내려앉으면서 바다가 넓어졌다.

북반구에서는 지금의 동부씨비리고원, 스웨리예와 발뜨해연안지대, 카나다의 동부지역을 제외한 거의 모든 지역이 바다에 잠기였다.

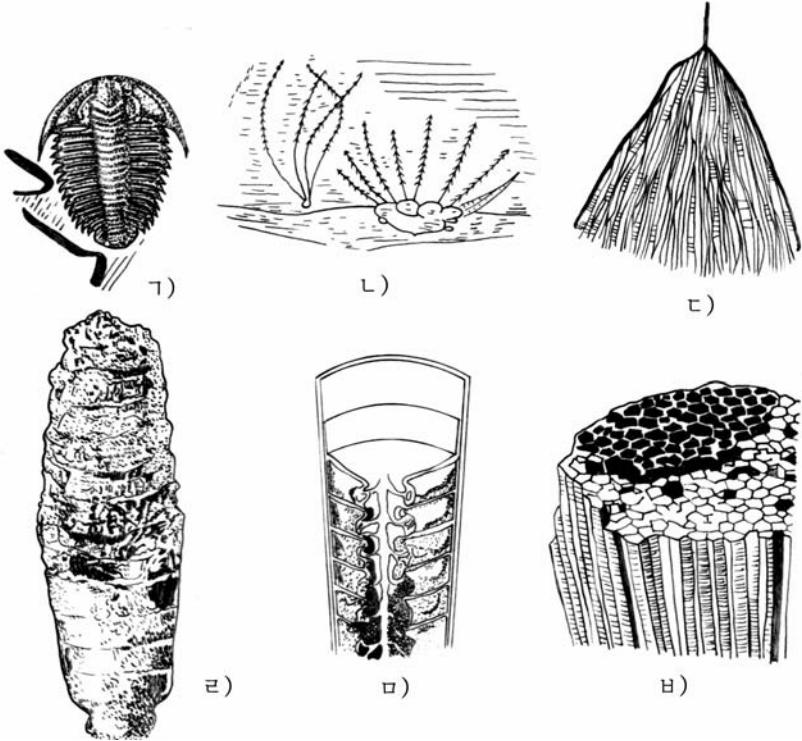



그림 1-3. 하부고생대의 생물화석

ㄱ) 삼엽충, ㄴ) 떠다니는 붓돌무리, ㄷ) 그물붓돌,
ㄹ) 낙지류의 겉모양, ㅁ) 낙지류의 속모양, ㅂ) 산호화석

이 넓은 바다에서는 하부고생대기간에 사암, 점판암, 석회암, 고회암 등으로 이루어진 바다퇴적층이 두껍게 쌓이였으며 석회석, 고회석, 린회석, 석고, 돌소금, 원유와 천연가스 등 여러가지 지하자원이 형성되였다.

씰루르기말에 북반구의 넓은 지역을 덮고있던 바다에서 강한 지각운동이 일어나 바다퇴적층이 주름잡히면서 솟아올라와 륙지로 되였다. 이 지각운동으로 스칸디나비아산줄기, 스코틀랜드산줄기,

바이깔산줄기 등 습곡산줄기들이 형성되였으며 로씨야의 유럽지역으로부터 스칸디나비아반도, 영국의 북부지역, 카나다의 동부지역을 련결하는 하나의 큰 에리아대륙땅덩어리가 형성되였다.

하부고생대에 세계적으로 일어난 이 지각운동을 칼레도니아지각운동이라고 한다.

(2) 상부고생대

데본기, 석탄기, 뻬름기를 합쳐 상부고생대(4억 9백만년전부터 2억 4천 3백만년전까지)라고 한다.

자연지리조건과 생물

상부고생대는 지구우에 첫 륙지식물이 나타나 수림이 이루어지고 물고기가 번성하였으며 첫 량서류와 파충류가 나타난 지질시대이다.

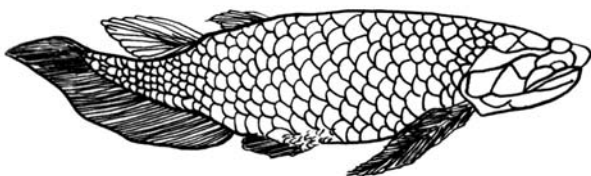



그림 1-4. 총기어류

상부고생대에 바다에서는 삼엽충, 붓돌류, 낙지류들이 거의 없어지고 페어, 총기어, 옛상어 등 물고기가 번성하였다.

하부고생대말에 세계적으로 바다가 줄어들고 륙지가 넓어지면서 바다생물이 륙지로 올라오기 시작하였다.

데본기에 페와 아가미로 숨쉬는 총기어가 호수와 진펄에 적응하면서 지느러미가 점차 발로 진화되여 쓰쩨고팔이라는 원시적인 옛 량서류로 진화하였다.

그림 1-5. 쓰쩨고팔

쓰쩨고팔은 페로 숨쉬고 꼬리와 네발을 가지고 진펄과 물, 땅우로 오르내리면서 살다가 뻬름기말에 고릴로자브르라는 사나운 파

충류로 진화하였다.

바다에서 살던 풀색마름은 륙지로 올라와 바다가의 습지와 진펄에 점차 적응하면서 약한 뿌리와 잎, 줄기를 가지게 되였다. 그리하여 데본기에 프실로피타라는 첫 륙지식물이 나타났다.

프실로피타는 푸른색을 띠고 포자로 번식하는 원시적인 식물이였다. 데본기에 번성하였다가 데본기말에 사멸하였다.

석탄기에는 기후가 무덥고 습하였으며 공기중에 이산화탄소가 많았고 토양이 형성되였다.

그리하여 식물에 유리한 조건이 이루어지면서 진펄과 호수, 습지에서 비늘나무, 돌도장나무 등 석송식물과 속새류, 고사리류들이 무성한 수림을 이루었다.

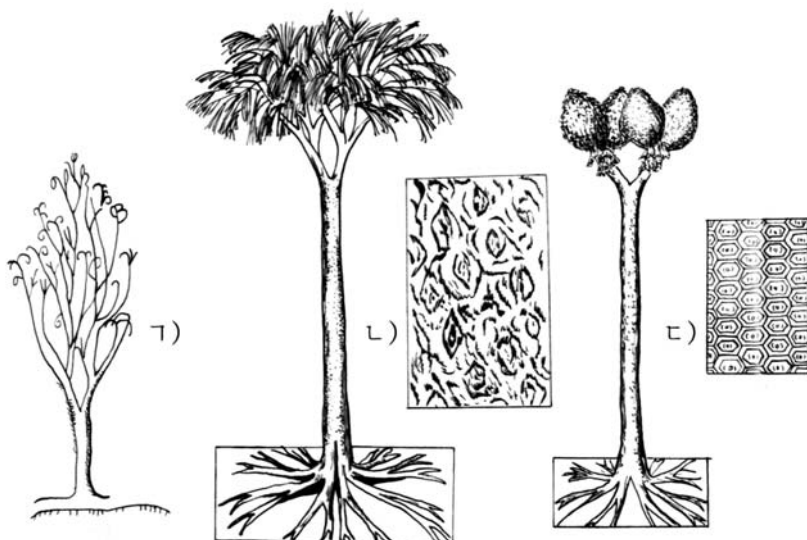



그림 1-6. 상부고생대의 식물
ㄱ) 프실로피타, ㄴ) 비늘나무와 그 화석, ㄷ) 돌도장나무와 그 화석

이 식물들은 줄기의 직경이 1～3m, 높이가 20～30m이상 되는 아름드리나무였다.

이 나무들은 지각운동으로 땅속에 묻혀 무연탄, 력청탄 등 석탄을 형성하였다.

수림속에는 날개길이가 70cm이상 되는 잠자리와 바퀴, 왕거

미, 전갈이 살았다.

뻬름기말에 기후가 점차 건조해지고 무더운 기후로 변하였다.

지각운동과 지층

세계적으로 땅이 륭기하여 륙지가 넓어지면서 석탄기초에 북반구의 동쪽에는 유라시아대륙땅덩어리, 서쪽에는 에리아대륙땅덩어리, 남반구에는 곤드와나대륙땅덩어리가 이루어졌다.

이 세 대륙땅덩어리들사이에는 긴 바다가 가로 놓여있었다.

이 깊은 바다에서는 상부고생대말에 강한 지각운동이 일어나면서 우랄산줄기, 몽골알타이산줄기, 치엔산산줄기, 서유럽의 오랜 산줄기들, 애펄레이치산줄기 등 많은 습곡산줄기들이 형성되여 륙지로 되였다. 그리하여 북반구의 유라시아대륙땅덩어리와 그 서쪽에 있던 에리아대륙땅덩어리가 련결되여 하나의 큰 라브라지아대륙땅덩어리가 형성되였으며 고생대말에 륙지가 최대로 넓어졌다.

그림 1-7. 판게아대륙

상부고생대에 일어난 이 지각운동을 헤르시니아지각운동이라고 한다.

상부고생대말에 남반구에서 곤드와나대륙을 이루고있던 인디아, 아프리카, 오스트랄리아, 남아메리카, 남극대륙과 북반구의 라브라지아대륙이 맞붙어서 판게아대륙이라는 하나의 큰 대륙땅덩어리가 형성되였다.

상부고생대에는 석탄, 원유, 천연가스, 석고, 돌소금, 보크사이트 등 여러가지 지하자원이 형성되였다.

석탄기와 뻬름기에 형성된 석탄은 세계석탄매장량의 50%이상을 차지한다.

4) 중생대

중생대는 2억 4천 3백만년전부터 6천 5백만년전까지 1억 7천 8백만년동안 계속된 네번째 지질시대이다.

중생대는 삼첩기, 유라기, 백악기 등 3개의 기로 나눈다.

자연지리조건과 생물

중생대의 기후는 시기와 지역에 따라 달랐다.

삼첩기에는 세계적으로 무덥고 건조한 사막기후가 있었고 유라기와 백악기에는 열대, 아열대기후와 4계절이 바뀌는 기후대가 있었다.

백악기말부터 기후는 점차 건조하고 차졌다.

중생대에는 생물의 진화에서 큰 변화가 있었다.

중생대는 겉씨식물과 파충류가 살았고 처음으로 시조새와 젖먹이류의 선조가 나타난 시대이다. 중생대의 바다에서는 표준화석인 암모니트가 나타나 넓게 퍼졌으며 조개류, 골뱅이류, 산호류, 성게류 그리고 상어를 비롯한 물고기류, 거부기, 바다악어 등이 살았다.

중생대는 고사리류, 석송류, 속새류들이 적어지고 진펄과 습지에서 소철류, 은행류, 송백류(소나무, 전나무의 선조) 등 겉씨식물이 수림을 이루었다. 그러나 백악기 후반기부터 기후가 건조해지고 기온이 낮아지면서 겉씨식물은 점차 적어지고 버드나무, 참나무, 방울나무 등 신생대의 속씨식물이 나타났다.

중생대에는 공룡이 번성한것이 특징이다.

백악기말에 기후와 먹이관계의 변화, 화산활동과 운석충돌 등 여러가지 원인에 의하여 중생대에 번성하였던 공룡이 급격히 사멸하였다.

유라기에는 처음으로 시조새가 나타났다. 시조새는 생김새와 특징으로 보아 파충류에서 기원되였다고 본다.

백악기에는 꽃피는 숲속에서 어조, 황혼조라는 비교적 발전된 새들이 살았다. 유라기말에는 캉가루와 같은 주머니젖먹이류(젖먹

이류의 선조)가 나타났다.

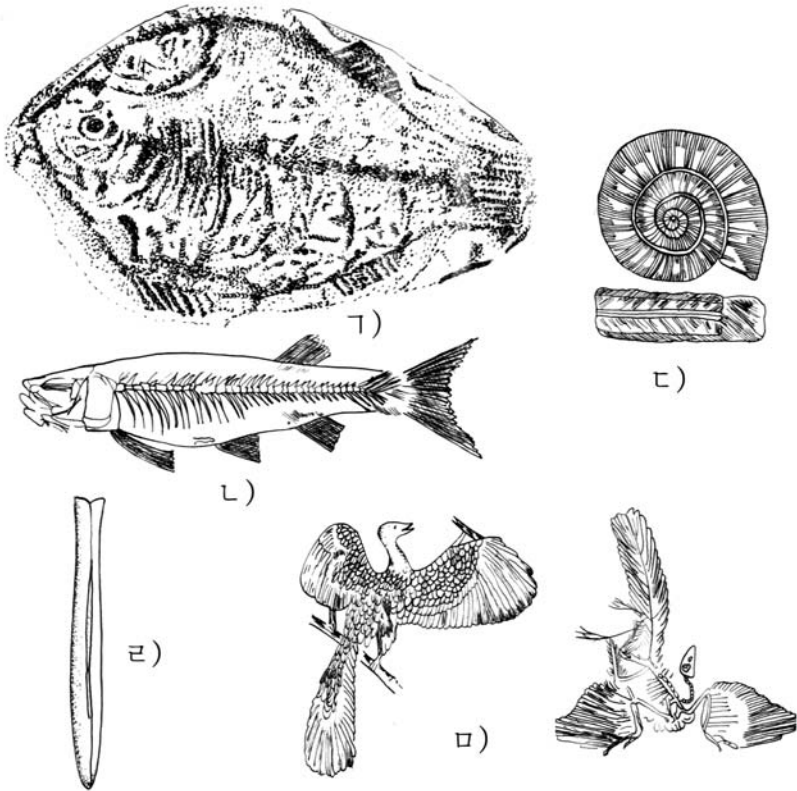



그림 1-8. 중생대의 동물화석

ㄱ) 온성물고기, ㄴ) 신의주물고기, ㄷ) 암모니트, ㄹ) 낙지류(전석), ㅁ) 시조새

그리하여 중생대에 지구우에는 물고기류, 량서류, 파충류, 새류, 젖먹이류 등 모든 척추동물이 살았다.

지각운동과 지층

중생대에 북반구에는 라브라지아대륙, 남반구에는 곤드와나대륙이 있었는데 그사이에는 옛지중해(테지스해)가 있었다. 이 깊은 바다는 북쪽과 남쪽으로 넓어지면서 지금의 서씨비리벌, 영국, 북부도이췰란드, 프랑스, 로씨야의 유럽지역의 동부와 남부 등 넓은 지역이 바다에 잠기게 하였다.

이 바다에서는 붉은색사암, 분사암, 니암, 석회암, 고회암이 두껍게 쌓이였다.

중생대에 태평양의 서쪽과 동쪽변두리의 바다, 옛지중해의 동부지역에서는 세차례에 걸쳐 강한 지각운동이 일어났다. 이 지각운동을 낌멜지각운동 또는 태평양지각운동이라고 한다.

중생대에 일어난 지각운동으로 태평양서쪽변두리인 동북아시아의 연해지방, 꾸릴렬도, 싸할린섬, 일본, 중국서남지방, 인디아―말라이반도지역에서 바다밑으로부터 산줄기와 섬들이 솟아올라와 륙지가 넓어지고 석, 월프람 등 지하자원이 형성되였다.

태평양동쪽변두리의 바다에서는 로키산줄기, 안데스산줄기 등 습곡산줄기들이 형성되였다.

남반구의 곤드와나대륙땅덩어리는 아프리카, 인디아, 오스트랄리아, 남아메리카 등 4개의 대륙으로 갈라지고 그사이에 인디아양과 대서양이 생기기 시작하였다.

중생대에는 석탄, 원유, 천연가스, 석고, 돌소금, 린회석, 보크사이트, 월프람, 금, 연, 아연, 석 등 여러가지 지하자원이 형성되였다.

중생대의 석탄은 세계석탄매장량의 37%를 차지한다.

중생대에 형성된 원유는 사우디아라비아, 쿠웨이트, 이란, 중앙아시아의 서부지역, 깝까즈, 서부씨비리지역, 중국, 북극지방, 얼래쓰커, 카나다, 메히꼬만, 리비아, 오스트랄리아 등지에서 난다.

5) 신생대

신생대는 6천 5백만년전부터 현재까지의 다섯번째 지질시대이다. 신생대는 제3기와 제4기로 나눈다.

(1) 제3기

자연지리조건과 생물

제3기는 백악기보다는 약간 추웠으나 지금보다는 더웠고 비가 자주 내렸다.

북빙양지역의 제3기지층속에 석탄층과 여러가지 식물화석이 들어있는것으로 보아 제3기에 북극지방의 기후는 덥고 습하였으며 남극지방도 매우 따뜻하였다.

제3기 첫 시기에 우리 나라를 비롯한 아시아, 북아메리카, 북

극지방에서는 온대식물인 너도밤나무, 서어나무, 느티나무, 밤나무, 참나무, 황철나무 등 속씨식물과 소나무, 수삼나무 등 겉씨식물이 살았다.

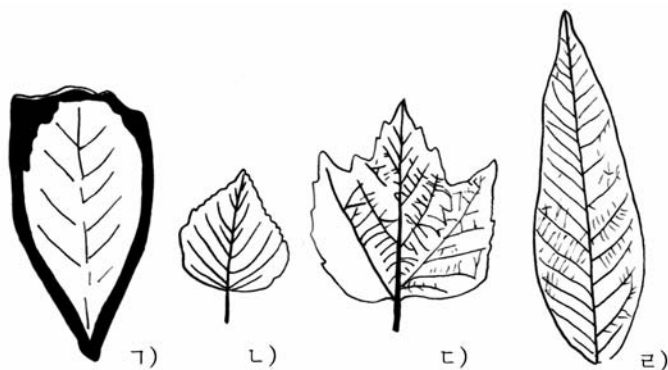



그림 1-9. 신생대의 식물화석

ㄱ) 버드나무, ㄴ) 황철나무, ㄷ) 방울나무, ㄹ) 호두나무

제3기말부터 기후가 점차 차지면서 분비나무, 가문비나무, 전나무, 이깔나무 등 아한대바늘잎나무림이 나타났다.

제3기가 시작되면서 중생대에 번성하였던 파충류가운데서 공룡은 사멸하고 악어, 거부기, 도마뱀 등이 남았다.

제3기 중간시기에 코끼리, 서우, 쥐류 등 높은 급의 젖먹이류가 나타났다.

제3기말에는 히파리온(말의 선조), 돼지, 사슴, 산양, 들소, 기린, 히에나, 고양이, 뱀, 곰, 마스토돈(코끼리의 한 종류), 원숭이, 류인원이 나타났다.

바다에서는 밥조개, 굴조개, 게골뱅이 등 조개류와 성게, 물고기, 구멍벌레, 규소마름류 등이 살고 고래, 바다소가 나타났다.

제3기말에 동식물계는 현재와 비슷하게 되였다.

지각운동과 지층

제3기에 북반구의 라브라지아대륙은 대서양이 생기면서 유라시아대륙과 북아메리카대륙으로 갈라졌다.

그러나 지금의 베링그해협이 있는 곳에서 좁은 륙지로 두 대륙이 련결되여있어 동식물이 오가게 되였다.

제3기에 아시아대륙의 동쪽변두리의 바다에서는 강한 지각운

동이 일어나면서 깜챠뜨까반도로부터 꾸릴렬도, 싸할린섬, 일본, 필리핀군도, 뉴기니아섬, 뉴질랜드에 이르는 렬도와 군도, 바다홈이 형성되였다.

옛지중해(테지스해)의 깊은 바다에서는 바다퇴적층이 계속 쌓이다가 알프스지각운동이 강하게 일어나면서 솟아올라와 알프스산줄기, 히말라야산줄기, 깝까즈산줄기 등 세계에서 가장 높은 습곡산줄기들이 형성되고 그사이에 지중해, 흑해, 까쓰삐해, 아랄해 등이 형성되였다.

남반구에서는 대서양과 인디아양이 계속 넓어지면서 인디아, 아프리카, 마다가스까르섬, 오스트랄리아, 남아메리카대륙들이 움직이면서 지금의 자리를 차지하였다.

아프리카대륙의 동부지역에서는 동아프리카지구대가 형성되고 지구대를 따라 요르단강골짜기, 사해, 홍해, 에티오피아골짜기, 탕가니카호, 말라위호(냐싸호) 등이 형성되였다.

제3기에는 석탄, 기름돌, 원유, 천연가스, 망간토, 린회토, 보크사이트 등 지하자원이 형성되였다.

(2) 제4기

제4기는 164만년전부터 현재까지의 지질시대이다.

제4기는 갱신세(164만년전부터 1만년전까지)와 현세(1만년전부터 현재까지)로 나눈다.

제4기는 지구우에 인류가 출현한 시기, 빙하기가 있었던 시기이다.

자연지리조건과 생물

제3기말부터 기후가 점차 차지면서 갱신세에 빙하기가 있었다.

제4기 빙하기에 지구륙지면적의 약 3분의 1지역이 빙하로 덮이였다.

빙하의 중심지는 스칸디나비아반도와 발뜨해지역, 카나다와 그린랜드지역이였는데 빙하의 두께는 수천m나 되였다.

제4기 빙하기에는 두나이빙하기, 균쯔빙하기, 민델빙하기, 리쓰빙하기, 뷰름빙하기 등 다섯번의 빙하기가 있었다.

제4기 빙하기는 동식물계에 큰 영향을 미치였다. 빙하기가 있기 전까지는 가문비나무, 전나무, 버드나무, 석류나무, 피나무, 사

시나무, 느티나무, 소나무가 섞여살았다.

빙하기가 닥쳐오자 분비나무, 가문비나무, 이깔나무, 들쭉, 월귤, 백산차, 만병초 등 찬 기후조건에서 사는 식물이 남쪽으로 내려오고 지금의 온대지방에서 살던 아열대, 열대식물들이 보다 남쪽으로 밀려갔다.

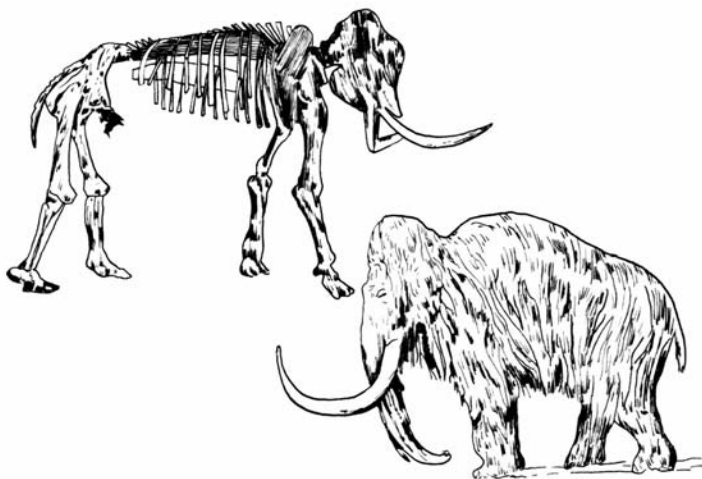



그림 1-10. 털코끼리

제4기 빙하기가 있기 전에는 코끼리, 서우, 사슴, 들소, 말 등의 짐승들이 많았으나 빙하기에 많이 없어지고 북극여우, 사향소, 털코끼리가 나타났다.

제4기에는 인류가 출현하여 생물진화에서 큰 변혁이 일어났다.

제3기말-제4기에 인류의 선조인 원인, 고인, 신인이 출현하였다.

원인으로서는 아우스트랄로피테쿠스(300만년전), 호모하빌리스(200만～180만년전), 피테칸트로푸스(쟈와원인 100만～60만년전), 시난트로푸스(베이징원인 50만～30만년전), 고인으로서는 네안데르탈인(30만～5만년전), 신인으로서는 크로마뇽인(5만～1만년전)이 살았다.

지각운동과 지층

제4기초에 지구우에는 현재와 거의 같은 대륙과 바다가 있었다.

빙하기가 끝나면서 빙하가 녹아 세계대양의 물면이 높아지면서 북반구에서는 여러 지역이 바다에 잠기였다. 아시아와 북아메리카가 련결되여있던 곳에 베링그해가 생기고 륙지로 있던 인도네시아

지역에 섬과 바다들이 생겼다.

북아메리카와 남아메리카를 련결하는 륙지지역이 바다에 잠겨 까리브해와 섬들이 생겼다. 유럽과 아프리카대륙사이에 지브롤터해협이 생겼다. 유럽대륙으로부터 영국이 갈라져 나가면서 발뜨해와 북해가 생겼다.

제4기에 태평양변두리지역과 옛지중해지역에서 알프스지각운동이 계속되면서 알프스산줄기, 히말라야산줄기, 꼬르딜레라산줄기, 안데스산줄기 등 습곡산줄기들이 계속 높아졌다. 지금도 이 지역은 화산대, 지진대로서 화산작용과 지진작용이 계속 일어나고있다.

제4기에 우리 나라의 백두화산이 계속 형성되였고 원동지방과 중국동북지방에 현무암대지가 형성되였다.

제4기에는 강퇴적층, 호수퇴적층, 진펄층, 바다퇴적층, 바람퇴적층 등 여러가지 퇴적층이 형성되였다.

제4기에는 사금, 사철, 모나즈석, 규사, 고령토, 니탄 등 지하자원이 형성되였다.

문제

1. 원시지구와 지금의 지구와의 차이를 설명하여라.
2. 원시지구우에 원시대기와 원시지각, 원시바다가 이루어진 과정을 설명하여라.

제 2 장. 지구의 구조와 운동

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리가 지금은 지구우에서 살면서 지구우의 자연을 개조하기 위하여 투쟁하기때문에 지구에 대하여 잘 알아야 합니다.》

지구우의 자연을 더 잘 개조리용하기 위하여서는 지구에 대하여 잘 알아야 한다. 그것은 지구우의 자연이 지구의 형태와 크기, 구조적특징, 지구의 운동에 의하여 다양하게 이루어지며 변화되기때문이다.

제 1 절. 지구의 형태와 크기

1. 지구의 형태

옛날사람들은 지구가 평탄하고 끝이 있으리라고 생각하였다. 그러나 오랜 기간 자연현상을 관찰하고 천문관측을 진행하는 과정

에 사람들은 지구가 둥글다는것을 알게 되였다.

과학이 발전하면서 정밀한 측량과 인공지구위성으로 찍은 지구의 사진을 통하여 사람들은 지구가 기하학적인 구가 아니라 적도쪽이 약간 나오고 량극쪽이 평평한 회전타원체라는것을 알게 되였다.

그림 2-1. 지구의 형태

지구의 적도반경은 6 378km로서 극반경보다 약 21km 더 길다.

지구의 형태는 이와 같은 반경을 가진 타원을 극반경을 축으로 회전시켜 얻은 회전타원체에 가깝다.

지구가 회전타원체의 형태를 이룬것은 일정한 속도로 자전하기때문에 생기는 원심힘이 적도에서 최대로 크며 지구에 태양과 달의 끌힘이 작용하였기때문이다.

지구가 완전한 구가 아니라 회전타원체에 가까운 형태를 이루고있으므로 위도 1°에 해당한 자오선의 길이는 적도에서 극으로 가면서 길어진다.

위도 1°에 해당한 자오선의 길이는 적도부근에서 110.576km이고 극부근에서는 111.695km로서 1.119km 차이난다.

그런데 실제적으로 지구의 모양은 완전한 기하학적인 타원체가 아니다. 지구겉면은 높은 산과 깊은 골짜기, 바다 등이 있어 높낮이차가 심하다. 그러므로 지구의 정확한 형태를 규정하려면 어떤 기준면이 있어야 한다. 그러한 기준면은 평균바다물면이다.

지리학에서는 오랜 기간에 걸치는 바다물면의 오르내림을 평균하여 얻은 평균바다물면이 대륙내부까지 연장되였다고 가정할 때 얻어지는 면을 지구겉면의 형태를 규정하는 기준면으로 정한다. 이 면을 게오이드면(지구체면)이라고 한다.

게오이드면은 지구의 어느 곳에서나 중력의 방향(드림선)에 수직이다.

게오이드면은 회전타원체면에 가까우나 지구우에서의 중력의 크기와 방향, 지형, 지구내부의 밀도분포 등의 차이로 하여 느린 오목볼록을 가진 면으로 된다.

게오이드면에 가장 알맞게 선택된 회전타원체를 지구타원체라고 한다.

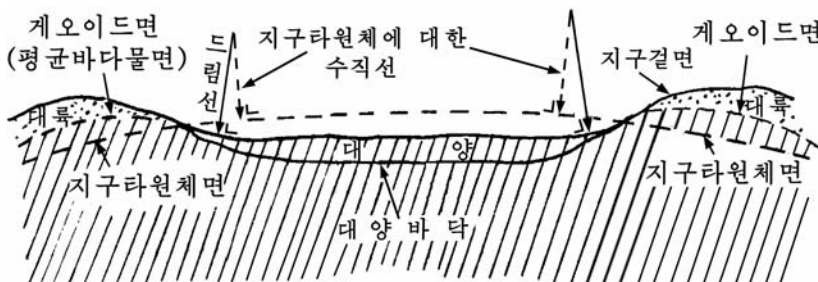



그림 2-2. 게오이드면, 지구타원체면, 지구겉면과의 관계

게오이드면은 지구타원체면에 비하여 대륙에서는 높고 대양에서는 대체로 낮은데 그 높낮이차는 120m안팎이다.

2. 지구의 크기

지구의 반경을 계산하기 위하여 북반구에서 같은 자오선우에 있는 두 지점(A, B)을 정하고 먼저 두 지점사이의 거리(ℓ)를 정밀한 측량기구로 측정한다.

다음 북극성을 리용하여 이 두 지점사이의 중심각 즉 위도차(θ)를 결정한다.

어떤 지점에서 북극성의 높이는 그 지점의 위도와 같다. 그러므로 주어진 두 지점에서 북극성의 높이를 재고 그 차를 계산하면 두 지점사이의 자오선활등에 대한 중심각을 얻는다.

이와 같이 두 지점사이의 거리(ℓ)와 그에 대한 중심각(θ)을 알면 지구의 반경을 알수 있으며 그에 기초하여 지구의 겉면적과 체적을 계산할수 있다.

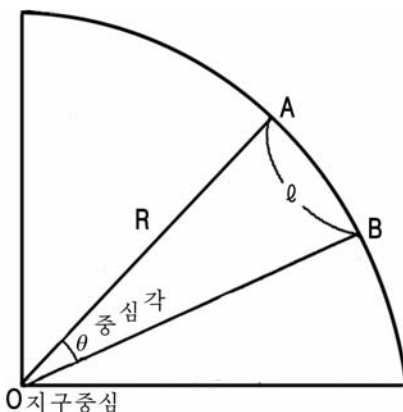



그림 2-3. 지구의 반경을 구하는 방법

지구의 크기는 과학적인 측량에 의하여 지구타원체를 결정하고 그 지구타원체의 크기를 계산하는 방법으로 결정한다.

적도반경	6 378.245km	자오선둘레	40 008.6km
극 반 경	6 356.863km	겉 면 적	$5.100\ 83\times10^{8}km^{2}$
평균반경	6 371.117km	체 적	$1.083\times10^{12}km^{3}$
적도둘레	40 075.7km	질 량	$5.974\times10^{24}kg$

3. 지구형태와 크기의 영향

지구는 둥글므로 태양빛을 받는 부분(낮)과 받지 못하는 부분(밤)이 동시에 생긴다. 즉 낮과 밤이 동시에 생긴다.

그림 2-4. 지구우의 기후대

또한 지구가 둥글므로 위도에 따라 지구겉면이 받는 태양빛의 세기(태양복사세기)가 서로 다르다. 적도지방은 태양빛이 거의 수직으로 비치므로 많은 태양열을 받으나 량극지방으로 갈수록 해높이가 낮아지므로 태양열을 적게 받는다. 따라서 적도지방은 덥고 량극지방으로 가면서 점차 추워진다.

이와 같이 지구겉면이 받는 태양빛세기가 위도에 따라 서로 다르므로 지구우에는 열대, 온대, 한대와 같은 기후대가 생긴다.

지구는 그 체적과 질량이 매우 크기때문에 지구우의 모든 물체를 지구중심방향으로 끌어당기는 끌힘이 크다. 이 끌힘에 의하여 지구에는 대기가 유지되고 대기권이 형성된다.

문 제

1. 같은 자오선우에 있는 두 지점사이의 거리가 $\ell=900$km이고 위도차가 $\theta=7.2°$일 때 자오선의 전체길이를 계산하여라.
   계산된 자오선의 길이는 실제자오선의 길이보다 길다. 왜 그런가를 설명하여라.
2. 두명의 려행자가 북위 45°지점에서 같은 자오선을 따라 북극과 적도를 향하여 동시에 떠나 같은 속도로 걸어갔다고 하자. 두 려행자가 같은 시각에 목적지에 도착하겠는가? 만일 아니라면 왜 그런가를 설명하여라.

제 2 절. 지구의 성층구조

지구겉면의 대부분은 물로 덮여있고 두꺼운 대기층이 지구를 둘러싸고있다. 이 물과 대기층은 여러가지 징표에 따라 몇개의 층으로 나누어진다. 그리고 지구내부도 몇개의 층으로 나누어진다.

그러므로 지구는 하나의 성층구조를 이루고있다.

1. 대기권

지구를 둘러싸고있는 공기층을 대기권이라고 한다.

대기의 성분

대기는 여러가지 기체들의 혼합물이다.

대기속에는 조성비률이 거의 변하지 않는 성분들로서 질소와 산소가 들어있다. 대기성분가운데서 기본은 질소(75.52%)와 산소(23.15%)인데 전체 대기질량의 98%이상을 차지한다. 이밖에 매우 적은 량으로 아르곤, 네온, 헬리움, 수소 등이 포함되여있다.

대기속에는 또한 이산화탄소, 수증기, 오존 등 량적으로는 적지만 조성비률이 쉽게 변하면서 날씨변화와 사람들의 생활에 큰 영향을 주는 성분들도 들어있다.

이산화탄소(CO_2)는 대기속에 평균 0.02~0.03%(체적비률)정도 포함되여있다.

이산화탄소는 지구겉면에서 복사되는 파장이 긴 빛을 흡수하여 그것을 다시 지구로 보내주므로 지구의 열이 우주공간으로 나가는것을 막아주는 역할을 한다. 이것을 이산화탄소의 온실효과라고 한다.

현재 지구의 대기속에 이산화탄소함량이 지나치게 많아지면서 지구온난화현상이 심해지고있다. 지구우에서 전반적으로 기온이 높아지고 가물과 큰물 등 이상기후현상이 심하게 나타나면서 농업을 비롯한 경제부문과 사람들의 생활에 부정적인 영향을 미치고있다. 이것은 미국을 비롯한 자본주의나라들에서 리윤만을 추구하면서 이산화탄소를 대량적으로 대기중에 방출한 후과이다.

대기중의 수증기(H_2O)는 보통온도에서는 쉽게 액체로 된다. 그러므로 대기속에서 안개와 구름을 이루며 비 또는 눈으로 내리기도 한다.

오존(O_3)은 태양에서 오는 자외선의 대부분을 흡수하므로 지

구우에서 사는 생명체를 보호하는 역할을 한다.

대기권의 성층구조

대기권은 높이에 따르는 온도변화에 따라 대류권, 성층권, 중간권, 열권, 바깥권 등 5개의 층으로 나눈다.

대류권은 지구걸면으로부터 높이 10km까지의 대기권의 가장 낮은 층이다. 대류권에는 대기의 전체질량의 4분의 3이 집중되여있다.

대류권에서는 높이가 100m씩 높아짐에 따라 온도가 0.65℃씩 낮아진다. 그리하여 대류권의 웃한계에서 온도는 −60∼−50℃로 된다.

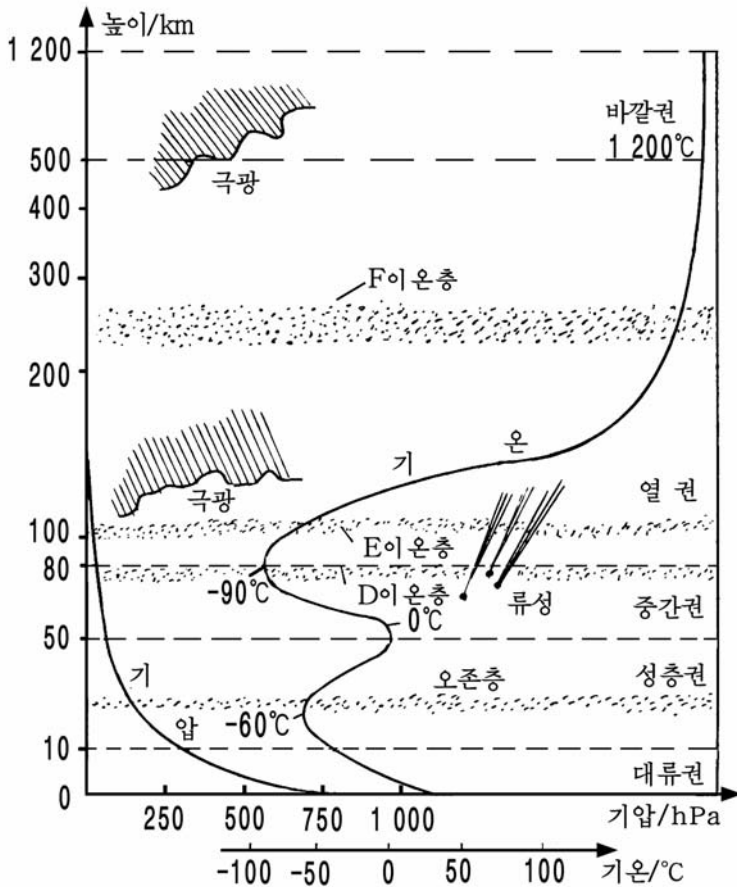



그림 2-5. 대기권의 성층구조

대류권에서는 지구걸면에서 열을 받아 공기의 대류현상이 끊임없이 일어나며 안개와 구름이 끼고 바람이 불며 비와 눈이 내리는

등 날씨현상이 복잡하게 나타난다.

성층권은 높이 10km-50km구간의 대기층이다.

성층권의 대기성분은 대류권에서와 비슷하나 밀도가 성글다. 성층권에서는 공기의 수평이동만이 있고 대류현상은 없다. 그리고 수증기도 거의 없으므로 구름이 생기는 현상이 드물다.

성층권에서 높이 20km로부터 30km까지의 부분에 오존이 많이 들어있는 오존층이 있다. 오존층은 태양에서 오는 자외선을 흡수하여 열을 내기때문에 성층권에서는 우로 올라가면서 온도가 높아져 그 웃한계에서 0℃에 이른다.

중간권은 높이 50km-80km구간의 대기층이다. 중간권에서는 대기가 매우 희박하다. 우로 올라가면서 온도가 낮아지는데 웃한계에서 온도는 대체로 －90℃까지 낮아진다.

열권은 높이 80km-500km구간의 대기층이다.

열권에서는 산소와 질소가 태양복사를 흡수하여 이온화되기때문에 우로 올라가면서 온도가 다시 높아져 120km 높이에서는 600℃, 500km 높이에서는 1 200℃나 된다. 열권에서는 태양의 강한 X선과 자외선의 작용으로 대부분의 기체분자, 원자들이 이온과 전자로 해리되여 생기는 이온층이 여러개 형성된다. 이 이온층이 전파를 반사시키므로 지구우에서 무선통신이 보장된다.

바깥권은 높이 500km이상의 대기층으로서 우주공간과 접한 대기의 맨 바깥층이다. 여기에 있는 가벼운 수소, 헬리움은 매우 빠른 속도로 운동하며 일부 수소분자들은 지구의 끌힘을 이겨내고 우주공간으로 나가기도 한다.

바깥권에는 태양에서 복사된 대전알갱이가 지자기작용을 강하게 받아 형성된 방사대가 있다. 이로부터 지자기작용을 강하게 받고있는 바깥권을 자기권이라고도 한다.

2. 수 권

지구우에 존재하는 수역을 통털어 수권이라고 한다.

수권은 바다, 강과 호수, 빙하와 지하수로 이루어진다.

수권은 크게 바다수역과 륙지수역으로 나눈다.

바다수역

바다는 지구겉면적의 거의 71％를 차지하며 지구전체물량의

97％이상을 차지한다.

바다물에는 여러가지 염류와 화학원소가 포함되여있으며 막대한 량의 에네르기가 축적되여있다. 그러므로 바다는 생물의 생활과 기상현상에 커다란 영향을 미치고있다.

바다는 깊이에 따르는 온도분포에 따라 몇개의 층으로 나누어진다.

바다겉층은 태양에네르기를 받아 더워지고 바람과 물결의 작용으로 잘 혼합된다. 그러므로 겉층의 물온도는 높고 아래웃층의 온도차는 작다. 이러한 층을 혼합층이라고 한다.

그림 2-6. 바다의 성층구조

이 혼합층밑에는 깊어짐에 따라 물온도가 급격히 낮아지는 온도비약층이 있다. 온도비약층보다 더 깊은 곳에서는 물온도가 낮고 온도변화도 적다.

륙지수역

륙지수역은 강과 호수, 지하수, 빙하 등의 형태로 존재하며 그 물은 대부분 강수에 의하여 보충된다.

강물은 바다물보다 염함량이 훨씬 적다.

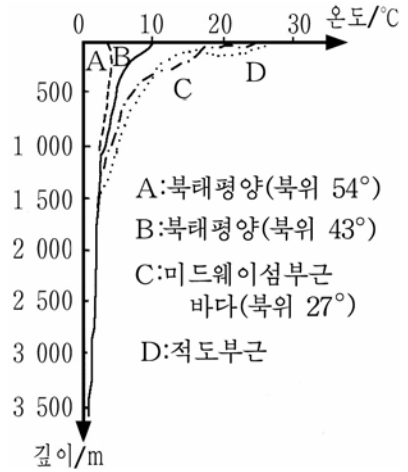
강물속에 들어있는 여러가지 성분들은 그 지역의 땅겉면을 이루는 물질의 조성에 관계된다. 례를 들어 석회암지역을 흐르는 강물에는 칼시움과 마그네시움성분이 많다.

강물의 화학적조성은 인간의 활동에 의해서도 달라진다. 오늘 남조선과 자본주의나라들에서는 반인민적인 정책으로 하여 정화되지 않은 산업버림물과 생활오수가 강물에 흘러들어 물오염을 일으켜 큰 사회적문제, 지구적인 환경문제로 제기되고있다.

지하수는 흐름속도가 느리고 온도가 일정하며 수질도 비교적 좋다.

빙하는 극지방이나 고산지대에 내린 눈이 여름철에도 채 녹지 않고 해마다 쌓이고 압축되여 거대한 얼음덩어리로 된것이다.

빙하의 얼음은 륙지우의 물의 대부분을 차지한다.

물은 물리적으로나 화학적으로 특이한 성질을 가지고있다.

물은 비열이 다른 물질의 비열보다 매우 크므로 지구겉면에서 온도의 변화를 줄이는 역할을 한다.

물은 또한 작은 온도변화범위에서 기체, 액체, 고체상태로 모습변화할 때 에네르기를 흡수 또는 방출하면서 지구겉면에서의 온도변화가 작아지게 한다.

물은 여러가지 물질을 녹이는 용매이므로 지구우에서의 물질순환에서 큰 역할을 하고있다.

3. 지구내부의 성층구조

지구내부를 연구하는 중요한 수단은 지진파이다.

지진이 일어날 때 지구내부의 깊은 곳에서는 지진파(탄성파)가 생겨 사방으로 퍼지면서 지구겉면에 와닿는다. 이 지진파는 땅우에 설치한 지진계에 기록된다.

지진파에는 진동방향이 서로 다른 세로파와 가로파가 있다.

세로파(P)는 전파속도가 8km/s로서 빠르고 고체, 액체, 기체속을 잘 통과한다. 가로파(S)는 전파속도가 약 4km/s로서 느리고 고체속만을 통과하며 액체와 기체속은 통과하지 못한다.

지진파는 지구내부에서 밀도와 성질이 다른 물질층이 있으면 그 경계면에서 반사되거나 굴절되면서 전파속도가 달라진다.

이러한 원리에 기초하여 인공폭발의 방법으로 지진파(탄성파)를 땅속에 들여보내면 서로 다른 물질의 경계면에서 반사되여 지진계에 기록된다. 지진계에 기록된 지진파의 전파속도변화를 해석하면 지구의 내부구조와 물질조성, 물리적성질을 밝혀낼수 있다.

그러한 해석결과 지구내부에는 밀도와 온도, 조성이 서로 다른 물질들이 동심원모양의 층을 이루고있다는것이 밝혀졌다. 이것을 지구내부의 성층구조라고 한다.

지구내부에는 지진파의 속도가 갑자기 변하는 경계면이 크게 3개 있다.

첫째 경계면은 평균 33km 깊이에 있는데 모호로비치면(간단히 모호면)이라고 한다. 둘째 경계면은 2 900km 깊이에 있으며 셋째 경계면은 4 980～5 120km 깊이에 있다.

이 3개의 면을 경계로 지구내부를 지각, 만틀, 지핵(외부핵과 내부핵)으로 나눈다.

지각

지각은 지구겉면으로부터 모호면까지의 굳은 껍데기부분이다. 지각의 두께는 5~70km, 평균 33km이다. 지각을 암석권이라고도 한다. 지각은 대륙과 대양에서 서로 다르다. 대륙형지각은 주로 대륙부분에 놓여있는데 우에서부터 밑으로 가면서 퇴적암층, 화강암층, 현무암층으로 이루어져있다. 두께는 30~60km, 평균 30~40km이다.

대양형지각은 대양부분을 차지하는데 화강암층이 매우 얇거나 없고 현무암층이 대양바닥에 드러나있다. 두께는 5～10km로서 매우 얇다.

만틀

모호면으로부터 두번째 경계면까지의 층이다.

만틀은 지각과 지핵사이에 놓여있으므로 중간권이라고도 한다.

만틀의 두께는 약 2 900km이고 지구전체체적의 약 83%, 지구전체질량의 약 68%를 차지한다.

만틀은 지진파의 속도가 변하는 작은 경계면들에 의하여 다시 상부만틀, 이행대, 하부만틀 등 3개의 층으로 나누어진다.

그림 2-7. 지진파의 전파속도와 지구내부의 성층구조

상부만틀은 만틀에서 깊이 400km까지의 부분이다. 상부만틀의 30~250km 구간에서는 높은 온도에 의하여 암석이 녹아 뜨거운 마그마가 생긴다.

이 마그마는 지각을 뚫고올라와 광물과 암석, 화산을 형성하고 지진을 일으키며 대륙과 대양을 이동시키는 등 지각운동을 일으킨다.

하부만틀은 만틀에서 깊이 1 000km로부터 2 900km까지의 부분이다.

하부만틀은 높은 압력조건으로 하여 밀도가 큰 암석으로 이루어져있다.

만틀에서 상부만틀과 하부만틀사이의 중간부분을 이행대라고 한다.

지 핵

지핵은 세번째 경계면으로부터 지구중심까지의 층이다.

지핵은 지구전체체적의 16%, 지구전체질량의 약 32%를 차지한다. 지핵은 외부핵과 내부핵으로 나누어진다.

외부핵은 가로파가 전파되지 않으므로 액체상태의 물질로 이루어졌으리라고 보며 내부핵은 초고압조건에서 고체상태의 물질로 이루어졌으리라고 보고있다.

지구내부를 이루는 물질

지각은 주로 규소와 알루미니움의 산화물로 이루어져있다. 질량적으로 SiO_2은 약 59%, Al_2O_3은 약 15%정도 차지한다.

지각은 질량적으로 95%가 화강암, 편마암으로 이루어졌고 5%는 퇴적암으로 이루어져있다.

만틀은 지각에 비하여 SiO_2과 Al_2O_3은 적고 MgO와 FeO, Fe_2O_3이 더 많다. 만틀은 이러한 산화물로 이루어진 감람암, 휘암으로 이루어져있다.

지핵은 철(90.67%)을 주성분으로 하고 적은 량의 니켈(8.50%)과 규소가 섞인 합금상태의 물질로 이루어져있다.

지구내부의 온도

지구겉면의 온도는 태양열에 의하여 변한다. 그러나 땅속의 일정한 깊이에 이르면 태양열의 영향이 미치지 못하므로 년중 온도가 항상 같은 층이 있다. 이러한 층을 항온층이라고 한다. 항온층에서의 온도를 항온도라고 하는데 그 지방의 년평균기온과 비슷하다.

항온층의 깊이는 온대지방에서 10～20m, 극지방에서 1～2m, 열대지방에서 40m이다.

항온층밑에서는 깊이가 100m 깊어질 때마다 온도가 2～4℃정도씩 높아진다. 이 현상은 평균 30km 깊이에서까지 나타난다.

땅속 깊은 곳의 온도는 직접 잴수는 없으나 여러가지 지구물리학적방법으로 추산한데 의하면 지각에서는 10～800℃, 상부만틀에서는 1 200～1 500℃, 하부만틀에서는 1 500～4 200℃, 외부핵에서는 4 200～6 000℃, 지구중심에서는 6 000～6 100℃이다.

지구내부열의 주요원천은 방사성원소의 붕괴열이다.

지구내부열은 지각과 만틀을 이루는 암석속에 들어있는 방사성

원소들이 붕괴될 때 생긴 열이 축적된것이다.

문제

1. 대류권의 웃한계높이가 저위도에서 고위도로 가면서 항상 같겠는가? 다르다면 그 원인은 무엇이겠는가?
2. 만약 지구가 두꺼운 대기층으로 둘러싸여있지 않다면 어떤 현상들이 일어나겠는가?
3. 대기중에 이산화탄소함량이 많아지면서 지구상의 기온이 높아지면 어떤 문제들이 생기겠는가?

제 3 절. 지구의 운동

지구는 하루에 한번 자기축주위로 자전하면서 태양의 둘레를 1년에 한번씩 공전한다.

옛날사람들은 지구의 공전운동에 대하여 알수 없었으므로 태양과 별이 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지는 자연현상을 보고 천체들이 지구를 중심으로 하여 운동한다는 천동설을 내놓았다. 그후 망원경이 개발되여 천체관측에 리용되면서 지구가 태양주위를 돌아간다는 지동설이 나왔다.

1. 지구의 자전운동

자전방향과 주기

맑게 개인날 밤하늘을 오래동안 살펴보면 하늘에 있는 모든 별들이 운동한다는것을 알수 있다.

북극성방향으로 설치한 사진기에 로출시간을 오래 주어 찍은 사진을 보면 모든 별들은 북극성을 중심으로 돌아간다는것을 알수 있다. 이러한 운동을 천체의 일주운동이라고 한다.

그림 2-8. 천체의 일주운동

천체의 일주운동의 주기는 하루이고 그의 방향은 그림 2-8에서 보는것처럼 동쪽에서 서쪽으로 향한다.

천체의 일주운동은 천체가 도는것이 아니라 지구가 하루에 한번 지축을 중심으로 자전하는 결과에 일어나는 겉보기현상이다.

그러므로 지구의 자전운동방향은 천체의 일주운동방향과 반대로 서쪽에서 동쪽으로 향하는 방향이다.

지구의 자전운동주기는 23시간 56분 4초이다.

지구의 자전속도는 선속도와 각속도로 표시한다.

자전선속도는 적도에서 465m/s로서 가장 크다. 기타 지방에서는 $465 \cdot \cos\varphi$(m/s)이다.(여기서 φ는 지리적위도이다.)

여기로부터 위도 40°에서의 자전선속도는 356m/s이다.

자전각속도는 지구우의 어데서나 한시간에 15°로서 같다.

자전의 증거

지구의 자전운동을 증명하는 유력한 증거는 후코의 흔들이실험이다.

한 과학자는 1851년에 빠리에서 28kg짜리 강철추를 매단 길이 67m 되는 흔들이를 리용하여 흔들이의 진동면의 방향변화를 조사하였다.

흔들이의 진동면은 그림 2-9에서 보는것처럼 t시간후에 시계바늘이 도는 방향(오른쪽)으로 위치가 α 각만큼 변하는것처럼 보인다.

그림 2-9. 진동면의 회전
ab-관측시작때의 진동면의 방향
cd-t시간후의 진동면의 방향

이것은 지구의 자전에 의하여 땅바닥면이 드림선을 축으로 하여 왼쪽으로 돌기때문이다. 그러므로 지구겉면에 있는 사람들에게는 진동면이 오른쪽으로 도는것처럼 보인다.

흔들이의 진동면이 하루동안에 회전하는 각도는 $360^\circ \cdot \sin\varphi$이다. (여기서 φ는 지리적위도이다.)

평양의 위도는 39° 01′이므로 흔들이의 진동면은 하루에 약 227°만큼 돌아가며 적도지방에서는 진동면이 전혀 변하지 않는다.

북극지방에서 진동면은 360° 돌아간다.

이 실험에 의하여 지구의 자전운동은 과학적으로 증명되였다.

자전운동의 영향

지구의 자전운동으로 지구우에서는 여러가지 자연현상들이 나타난다.

지구의 자전운동에 의하여 낮과 밤이 바뀐다.

만일 지구가 자전하지 않고 공전만 한다면 1년동안에 낮과 밤이 6개월을 주기로 한번씩 있게 될것이다. 그러나 지구가 자전하기때문에 지구우에서 낮과 밤이 하루에 한번씩 바뀐다. 그러므로 기온, 기압 등 기상요소와 생물체의 생명활동도 낮과 밤을 주기로 하여 변한다.

그림 2-10. 운동하는 물체에 대한 코리오리힘의 작용

낮과 밤이 바뀌는 주기가 길지 않기때문에 땅겉면은 낮에 지나치게 가열되지 않고 밤에 지나치게 랭각되지 않는다.

지구의 자전운동에 의하여 지구우에서 운동하는 물체에는 코리오리힘이 작용한다. 코리오리힘은 적도에서는 령이며 고위도지방으로 가면서 점차 커져 극지방에서는 최대로 된다.

코리오리힘은 물체의 운동방향에 수직으로 작용하면서 운동방향만 변화시킬뿐 운동속도의 크기는 변화시키지 못한다.

지구우에서 운동하는 물체는 코리오리힘에 의하여 북반구에서는 운동방향의 오른쪽, 남반구에서는 왼쪽으로 기울어진다. 코리오리힘은 대기와 해류의 순환, 강물의 흐름 등에 영향을 준다.

2. 지구의 공전운동

공전방향과 주기

태양은 별자리들사이를 서쪽에서 동쪽으로 하루에 약 1°씩 《자리옮김》하여 한달후에는 약 30°, 1년에는 약 360°를 움직이면서 자기의 전체자리길을 한번 돈다. 이러한 태양의 걸보기운동을

태양의 년주운동이라고 하며 별들사이를 움직여간 태양의 운동자리길을 해길(황도)이라고 한다.

그림 2-11. 해길면에 대한 지축과 적도면의 경사

그리고 해길을 따라 놓여있는 12개의 별자리를 해길 12별자리라고 하는데 이것을 태양의 위치를 표시하는 기준으로 리용하고있다.

태양의 년주운동은 지구가 태양의 주위를 공전하기때문에 일어나는 걷보기현상이다. 실제로는 지구가 태양의 주위를 1년을 주기로 하여 공전한다. 지구의 공전방향은 시계바늘이 도는 방향과 반대방향(서쪽에서 동쪽으로)이며 공전주기는 365일 5시간 48분 46.1초(1회귀년)이다.

공전선속도는 약 30km/s이다.

공전운동의 영향

지구가 공전운동을 하기때문에 지구우에서는 4계절이 생긴다.

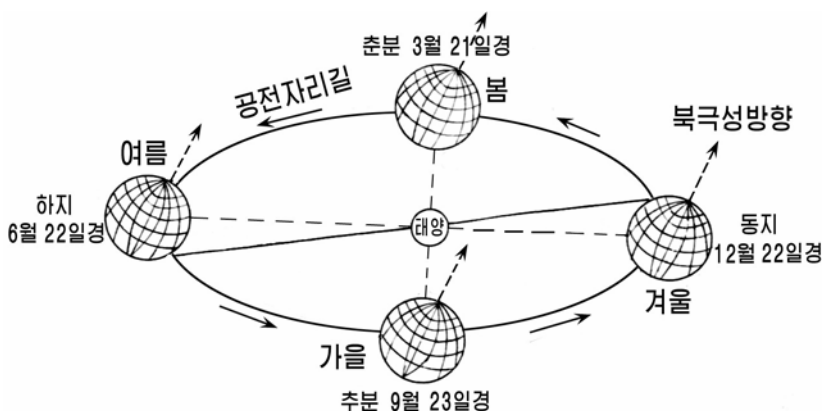



그림 2-12. 지구의 공전자리길

지구가 공전할 때 지축은 공전자리길면(해길면)과 66° 33′ 경사져있고 항상 같은 방향(북극성방향)을 가진다.

태양빛은 하지날에 지구의 북회귀선(북위 23° 27′선)우를 수직으로 비친다. 이때 북반구는 남반구보다 더 많은 열을 받으므로 여름이고 남반구는 겨울이다.

하지가 지나면 해높이는 점차 낮아지다가 추분날에 태양빛은

적도우를 수직으로 비친다. 그리하여 지구우에서 낮과 밤의 길이가 같아진다. 이때 북반구에서는 가을, 남반구에서는 봄이다.

추분이 지나면 태양은 남반구를 수직으로 비치기 시작하며 동지날에 태양빛은 남회귀선(남위 23°27′선)우를 수직으로 비친다. 이때 남반구에서는 전반적지역에서 해높이가 높아져 여름이고 북반구에서는 해높이가 낮아져 겨울이다.

그후 3개월이 지난 춘분날에는 태양빛이 다시 적도우를 수직으로 비치여 지구우에서는 낮과 밤의 길이가 같아진다. 이때 북반구는 봄, 남반구는 가을이다.

낮과 밤의 길이는 계절에 따라 다르다.

여름이 되면 낮시간이 더 길고 반대로 밤시간이 짧다. 그러나 겨울에는 이와 반대로 된다.

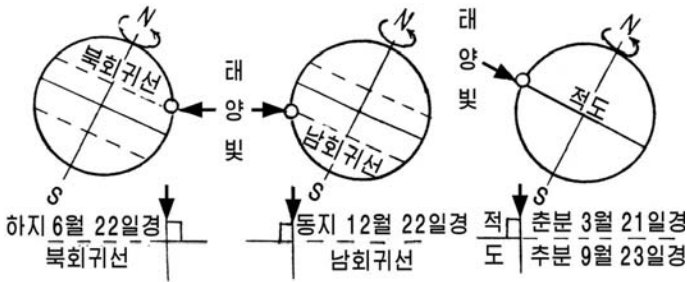



그림 2-13. 계절의 교체

문제

1. 지구우에서 자전선속도는 적도에서 극지방으로 가면서 작아진다. 자기 고장과 북위 30°, 량극지방에 있는 물체들은 지구자전에 의하여 한시간에 각각 몇km를 운동하겠는가?
2. 우리들이 북극과 남극에 서있다면 자기 머리우에 있던 별들이 6시간 지난 후에는 어디에서 나타나겠는가?
3. 지축과 해길면이 이루는 각이 각각 45°, 90°이라고 가정하면 어느 경우에 지구에서 계절교체가 일어나겠는가?

제 3 장. 지구겉면의 변화

지구겉면은 지구내부에네르기와 지구외부에네르기의 작용에 의하여 끊임없이 변화된다.

제 1 절. 내인작용에 의한 지구겉면의 변화

지구내부에서 생긴 열과 중력, 지구자전운동으로 생긴 힘 등 지구내부힘에 의하여 지각이 천천히 오르내리고 지층이 주름잡히고 끊어지며 화산이 분출하고 지진이 일어나며 대륙과 대양이 이동한다. 지각에서 일어나는 이 모든 운동을 내인작용 또는 지각운동이라고 한다.

지각운동에는 륭기운동, 침강운동, 습곡운동, 땅끊임운동, 화산작용, 지진작용, 판괴운동 등이 있다.

이러한 지각운동에 의하여 지구겉면의 지형이 형성되고 변화된다.

1. 륭기와 침강

지각은 오랜 기간에 걸쳐 매우 느린 속도로 천천히 오르내리는 수직운동을 한다.

지각이 천천히 솟아올라 주변보다 높아지는 운동을 륭기운동이라고 한다. 륭기운동에 의하여 바다밑바닥이 물우에 솟아올라 륙지로 된다.

지각이 천천이 내려앉으면서 주변보다 낮아지는 운동을 침강운동이라고 한다. 침강운동으로 해안선이 륙지쪽으로 들어오고 륙지가 바다물에 잠긴다.

이와 같이 륭기운동과 침강운동은 바다와 륙지의 분포를 변화시킨다.

륭기운동과 침강운동은 일정한 기간을 주기로 하여 되풀이된다.

지각이 륭기하면 강기슭에 하안단구, 바다가에는 해안단구가 생긴다. 단구의 계단수는 그 지방이 몇번 륭기하였는가를 나타내며 단구의 높이는 륭기한 높이를 나타낸다.

조선동해안의 송도원, 명사십리, 마전일대의 모래뚝과 모래부리, 호도반도, 갈마반도 그리고 삼일포, 동정호, 천아포를 비롯한 바다

자리호수 등은 조선동해안지방이 제4기에 륭기한 증거로 된다.

개마고원과 령서고원, 높은 산마루에 있는 평탄면은 언덕벌이 륭기하여 생긴 것이다.

반대로 지각이 침강하면 굴곡이 심하고 반도, 섬, 만이 많은 복잡한 해안지형이 형성된다.

실례로 조선서해와 조선남해는 침강운동으로 생긴 바다이므로 해안선의 굴곡이 심하고 반도와 섬, 만들이 많다.

그림 3-1. 해안단구의 형성과정

1-바다기슭이 깎이여 평탄한 면이 되는 과정
2-륭기운동으로 바다밑바닥이 륙지로 되는 과정
3-다시 륭기하여 본래의 바다밑바닥이 해안단구로 되는 과정

조선동해안의 성천강, 금진강, 금야강은 바다밑으로 깊이가 700m 되는 곳까지 옛 강골짜기가 55km나 뻗어나가있는데 이것은 침강의 증거로 된다.

바다밑에 부두시설, 도로, 건축물, 옛 도시 등이 있으면 침강의 증거로 된다.

2. 화산과 지진

1) 화산작용

화산과 화산분출물

지구내부의 깊은 곳에서는 높은 온도에 의하여 암석물질이 녹아 마그마가 생긴다.

마그마는 땅속 깊은 곳에서 암석물질이 녹아서 이루어진 고온고압상태의 용융체이다. 마그마는 주로 규산염과 약간한 량의 산화물, 류화물, 탄산염과 수증기, 이산화탄소, 불소, 염소, 류화수소 등 휘발성성분(가스)으로 이루어진 혼합물이다.

마그마는 땅속 깊은 곳에서 식어 굳어지면서 화강암, 섬록암, 섬장암, 감람암, 휘암 등 화성암을 형성한다.

마그마는 휘발성성분이 많아지면 높은 압력으로 틈을 따라 뚫고올라와 땅겉면우에 뿜어나온다. 이 현상을 화산분출 또는 화산작용이라고 한다. 화산분출때에는 땅겉면에 용암, 화산재, 화산쇄설물이 뿜어나온다. 이것을 화산분출물이라고 한다.

보통 화산은 분출물이 쌓이여 이루어진다.

화산가운데서 인류력사기간에 분출활동을 하였거나 지금도 계속 분출하고있는것을 활화산이라고 한다. 옛 지질시대에 분출활동이 진행되였고 화산모양을 보존하고있으나 인류력사기간에는 분출하지 않은 화산은 사화산이라고 한다.

화산분출물에는 기체, 고체, 액체상태의 분출물이 있다.

화산가스는 기체상태의 분출물로서 주성분이 수증기(70～97%)이며 그밖에 이산화탄소, 일산화탄소, 이산화류황, 류화수소, 메탄가스, 암모니아, 수소, 염소, 불소, 붕산가스 등이 들어있다.

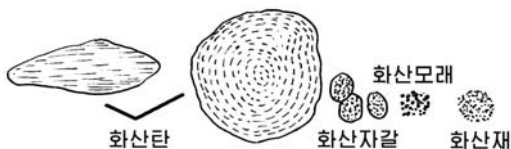



그림 3-2. 화산쇄설물

화산쇄설물은 고체상태의 분출물로서 화산이 폭발적으로 분출할 때 주로 용암이 뿌려지면서 식어 굳어져 생긴 부스러기물질이다.

용암은 액체상태의 분출물로서 조성이 마그마와 기본적으로 같다. 용암의 온도는 800~1 200℃이다. 용암에는 이산화규소함량이 많은 류문암질용암, 조면암질용암, 안산암질용암, 이산화규소함량이 적은 현무암질용암이 있다.

이 용암들은 이산화규소함량에 따라 점성과 흐름성이 다르다.

화산은 용암의 점성과 휘발성성분의 함량에 따라 틈분출, 중심분출, 조용한분출, 폭발성분출 등 여러가지 형식으로 분출한다.

용암은 땅겉면의 긴 틈을 따라 많은 량이 흘러나와 용암대지를 형성한다.

중심분출은 용암과 화산쇄설물이 하나의 분화구를 통하여 뿜어나오는것이다.

중심분출때에는 강한 폭발이 일어나면서 용암과 화산쇄설물이

뿜어나오기도 하고 용암이 조용히 뿜어나오기도 한다. 중심분출에 의하여 방패모양화산, 종모양화산, 원추모양화산이 생긴다.

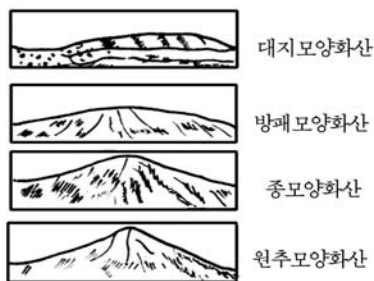
화산분출에 의한 지형변화

화산분출은 땅걸면의 지형변화에 큰 영향을 준다.

화산분출에 의하여 새로운 화산산지가 형성되며 복잡하던 지형이 단순한 지형으로 되기도 한다.

화산분출때 뿜어나온 현무암질용암은 점성이 약하여 잘 흐르므로 높은 산을 이루지 못하고 평탄한 덕지형과 비탈이 느린 방패모양화산지형을 형성한다. 우리 나라의 백두고원(백두용암대지), 평강-철원고원, 신계-곡산벌(미루벌)은 틈분출때 현무암질용암이 흘러나와 이루어진 덕지형이다. 덕지대는 넓고 평탄하여 부침땅으로 개간리용되고있다.

그림 3-3. 화산의 모양

그러나 류문암질용암, 조면암질용암, 안산암질용암은 점성이 세고 흐름성이 약하여 분화구둘레에 겹쌓이면서 종모양 또는 원추모양의 화산을 형성한다. 실례로 백두산의 마루부분은 전형적인 종모양화산이다. 백두산은 현무암으로 이루어진 용암대지우에 방패모양화산이 놓이고 그우에 종모양화산이 겹놓인 전형적인 종—방패모양화산이다.

조선동해와 조선남해의 깊은 바다밑에서 화산이 분출하면서 울릉도, 독도, 제주도 등 화산섬이 형성되였다.

화산분출이 멎은 다음에 생긴 분화구가 내려앉으면서 백두산천지와 같은 깊은 화구호가 생겼다.

화산분출때 흘러나온 용암이 골짜기를 따라 흘러내리면서 어랑천현무암탁상지와 장연호, 무계호를 형성하였다.

화산이 분출할 때 뿜어나온 화산재는 식물과 부침땅을 덮고 생태환경을 파괴하며 성층권에까지 올라가 세계기후에 부정적영향을 미친다.

화산의 분포

지구우에는 800여개의 활화산이 있다.

화산들은 지구우에서 일정한 규칙성을 가지고 띠모양, 선모양으로 분포되여있는데 이것을 화산대라고 한다.

대표적인 화산대는 환태평양화산대, 지중해화산대(지중해-쑨다화산대), 대서양화산대, 동부아프리카화산대이다.

환태평양화산대에는 세계화산총수의 거의 80%(520여개)가 있다.

세계의 주요화산대는 대양형지각판괴가 대륙형지각판괴밑으로 잠겨들어가는 경계를 따라 놓여있다.

2) 지진작용

지진과 지진파

지구내부힘과 여러가지 원인에 의하여 지각(땅)이 갑자기 흔들리는 진동현상을 지진이라고 한다.

지진은 여러가지 원인으로 일어나지만 그의 95%는 판괴운동, 습곡운동, 땅끊임운동, 화산작용과 같은 지각운동에 의하여 일어난다.

지구내부의 어떤 곳에 집적되였던 에네르기(힘)가 갑자기 퍼지면 암석층이 파괴되고 지각변동이 일어나면서 지진파(탄성파)가 생긴다.

이 지진파는 땅속의 암석을 매질로 하여 퍼지면서 지구겉면에 이르러 진동을 일으킨다. 이것이 지진이다.

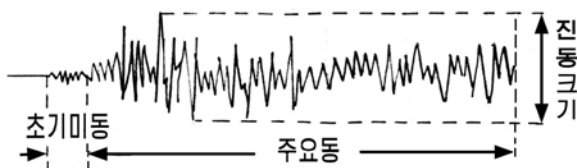



그림 3-4. 지진계에 기록된 지진파

지진파에는 세로파, 가로파, 겉면파가 있다.

세로파(P)는 물질알갱이들이 파동의 전파방향과 같은 방향으로 떠는 지진파이다. 전파속도는 8km/s이다.

가로파(S)는 물질알갱이들이 파동의 전파방향에 수직인 방향으로 떠는 지진파이다. 전파속도는 약 4km/s이다.

겉면파(L)는 서로 다른 두 물질의 경계면을 따라 퍼지는 지진파이다. 전파속도는 약 3.6km/s이다.

지진이 일어날 때에는 이 지진파가 차례로 땅걸면에 와닿으면서 땅의 진동이 세단계로 나타난다.

어떤 지점에서 지진이 일어날 때 먼저 속도가 빠른 세로파가 와닿으면서 땅과 물체들이 약하게 진동한다.(초기미동) 그다음 세로파에 뒤따라 속도가 느린 가로파가 와닿으면서 진동폭이 큰 강한 진동이 일어나며 지진피해가 크다.(주요동) 마지막에 걸면파가 와닿으면서 약한 진동이 일어난다.

지진파는 관측소에 설치한 지진계에 기록된다. 이 지진파기록자료를 해석하여 지진발생시간, 지진의 세기, 지진의 크기, 진원과 진앙의 위치를 알아낸다.

진원과 진앙

지진이 일어날 때 땅속에서 지진파와 진동이 생긴 시작점을 진원이라고 한다. 진원은 대체로 100km까지의 깊이에 있는데 큰 피해를 주는 지진의 진원은 보통 20~30km, 최대로 700km까지의 깊이에 있다.

진원에서 가장 가까운 지구걸면의 점을 진앙 또는 진중이라고 한다.

그림 3-5. 진원과 진앙

진원과 진앙, 지구중심은 한 직선에 놓인다.

진앙에서는 진동이 가장 강하고 파괴도 가장 심하다. 지진은 진원이 얕을수록 강하며 진원과 진앙으로부터 멀어질수록 약해진다.

지진세기

지진이 일어날 때에는 건물과 구조물이 파괴되고 큰 화재가 일어나며 땅틈과 땅끊임이 생기고 땅이 솟거나 내려앉으며 사태가 일어난다. 그리고 강물과 지하수의 변동이 일어난다. 바다밑에서 지진이 일어나면 지진해일이 일어나 바다가의 시설물과 건물이 파괴된다.

땅이 흔들리는 정도, 건물과 땅이 파괴되는 정도, 사람들의 느낌정도에 따라 지진을 평가하는 척도를 지진세기라고 한다. 우리나라에서는 지진을 12개의 지진세기등급으로 나눈다.

지진세기의 구분

지진세기/bar	지진의 이름	지진의 특징
1	느낄수 없는 지진	지진계로만 측정된다.
2	대단히 약한 지진	서있거나 앉아있는 사람만 느낄수 있다.
3	약한 지진	많은 사람이 느낀다.
4	보통 지진	창문이 떨리며 천정에 달린 물건이 흔들린다.
5	좀 센 지진	잠자던 사람들이 깨여나고 방안에 걸린 물건들이 세게 흔들린다.
6	센 지진	벽에 걸린 물건들이 떨어진다.
7	대단히 센 지진	벽돌집의 벽에 틈이 생기고 굴뚝이 넘어지며 기와가 떨어진다.
8	파괴적인 지진	땅겉면에 틈이 생기고 집이 무너지며 나무가 꺾이고 많은 건물이 큰 피해를 받는다.
9	파괴력이 큰 지진	벽돌집이 무너지고 땅에 금이 가며 산사태가 난다.
10	땅변동지진	땅끊임이 생기고 사태가 나며 굴뚝이 무너진다.
11	지각변동지진	벽돌집이 완전히 무너지고 깊은 땅끊임이 생기며 샘이 솟는다.
12	심한 지각변동지진	넓은 지역이 내려앉고 땅끊임이 생기며 집이 파괴된다.

지진크기

지진은 리히터척도로도 평가한다.

리히터척도는 진원에서 방출되는 지진에네르기를 상대적으로 평가하는 척도이다. 리히터척도를 지진크기척도 또는 지진크기라고도 하는데 M으로 표시한다.

진앙거리가 100km인 곳에 설치한 표준지진계의 기록지에서 최대진폭(A_0)이 1μm 되는 지진을 기준지진으로 하고 그것의 크기를 0으로 취하면 어떤 지진의 리히터척도는 $M=\lg A-\lg A_0$이다.

M의 값은 리론적으로 0-9의 값을 가진다. 실제로 많이 쓰이는 값은 4~8.5의 범위안에 있다. 례를 들면 진원깊이 20~30km정도에서 일어난 지진은 $M\approx4$인 경우에 진중에서 뚜렷한 느낌지진,

$M\approx5$인 경우에 가벼운 피해를 일으키는 센 지진, $M\approx6$인 경우에 중소규모의 파괴를 일으키는 큰 지진, $M\approx7$인 경우에 큰 파괴지진, $M\approx8$인 경우에 큰 지각변형을 일으키는 가장 크고 센 지진 등으로 된다.

지진의 분포

지구우에서는 해마다 500만번이상의 지진이 일어나고있다.

지구우에서 지진이 집중적으로 자주 일어나는 띠모양, 선모양의 지역을 지진대라고 한다.

세계주요지진대는 환태평양지진대, 아시아-유럽지진대(지중해-히말라야지진대), 대서양지진대이다. 지진대는 화산대와 거의 일치한다.

지진대는 대양중앙산줄기의 지구대, 대륙과 대양변두리의 바다홈과 렬도, 신기습곡산줄기와 깊은 땅끊임 등을 따라 분포되여있다.

그림 3-6. 세계지진대
①-환태평양지진대, ②-아시아-유럽지진대,
③-대서양지진대

우리 나라에서는 최근시기 약한 지진이 비교적 자주 나타나고있다.

지진은 그 파괴력과 피해가 크기때문에 미리 예보하고 피해를 막기 위한 여러가지 대책을 세워야 한다.

지진예보는 지진이 일어날수 있는 위치와 시간, 세기 등을 미리 알려주어 사람들의 생명과 재산을 보호할수 있게 한다.

우리 나라에서는 여러곳에 지진관측소를 설치하고 지진관측과 예보사업을 정상적으로 진행하고있다.

3. 습곡과 땅끊임

벼랑에 드러난 지층을 보면 물결모양으로 구부러져 주름잡혔거나 비탈진것도 있으며 틈을 경계로 끊어져 어긴것도 있다. 이것은 수평으로 쌓였던 지층이 습곡운동이나 땅끊임운동으로 변화된것들이다.

1) 습곡운동

수평으로 쌓인 지층이 주로 옆으로부터의 센 힘을 받아 물결모양으로 구부러져 주름잡힌것을 습곡이라고 한다. 습곡을 이루게 하는 운동을 습곡운동이라고 한다.

그림 3-7. 습곡의 형태
1-6은 지층이 쌓인 순서, 수자가 작은것이 더 오랜 지층이다.

큰 습곡은 퇴적층의 두께가 매우 두껍고 수직힘과 수평힘이 매우 큰 지향사지역에서 형성된다.

지구상에는 수천m나 되는 높은 산의 주름잡힌 지층에서 바다생물화석이 나오는 곳들이 많다.

지각이 수천만년동안 천천히 침강하면 깊은 바다가 생기고 거기에 자갈, 모래, 감탕, 탄산칼시움 등이 쌓여 두꺼운 바다퇴적층이 이루어진다. 두께가 10～15km 되는 이 바다퇴적층의 아래부분에서는 높은 열에 의하여 암석이 녹아 마그마가 생기고 체적이 불어나면서 지층에 큰 압력을 준다. 이 압력과 마그마의 활동으로 가소성이 큰 바다퇴적층은 솟아오르면서 구부러지고 주름잡혀 습곡으로 되며 바다물우로 솟아올라 큰 습곡산줄기를 이룬다. 이와 같이 지각운동이 강하게 일어나는 지역을 지향사지대라고 한다.

지구상에서 가장 높은 히말라야산줄기, 알프스산줄기, 로키산줄기 등은 모두가 지향사지대에서 형성된 습곡산줄기들이다.

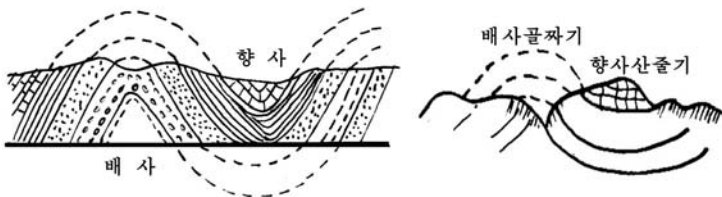



그림 3-8. 배사골짜기와 향사산줄기의 형성

습곡은 배사와 향사라는 두 부분으로 이루어진다. 배사는 지층이 구부러지고 주름잡히면서 두드러져올라간 부분이고 향사는 아래로 우무러든 부분이다.

습곡이 형성될 때 처음에는 배사가 산줄기를 이루고 향사는 골짜기를 이룬다. 실례로 우리 나라의 불타산줄기, 멸악산줄기, 정방

산줄기 등도 배사가 산줄기를 이룬 배사습곡산줄기들이다. 그러나 배사부분은 지층이 구부러질 때 터지면서 틈이 많이 생겨 물에 빨리 깎이고 패워 골짜기(배사골짜기)로 된다. 반대로 향사부분은 지층이 구부러지고 우무러들 때 빽빽하게 다져져 물에 천천히 깎이면서 산줄기(향사산줄기)로 된다. 실례로 천성, 장안, 룡문산줄기들은 향사부분이 산줄기로 된 향사산줄기들이고 순천, 북창, 덕천분지들은 배사부분이 골짜기로 된 배사골짜기에 위치한 분지들이다.

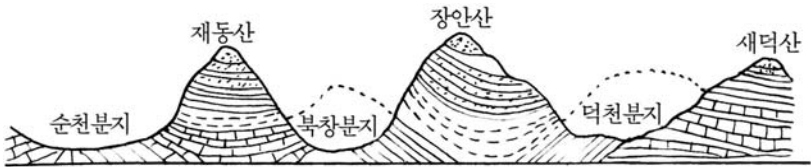



그림 3-9. 순천, 북창, 덕천지방의 지형자름면
재동산-천성산줄기의 주봉
장안산-장안산줄기의 주봉
새덕산-룡문산줄기의 주봉

2) 땅끊임운동

지층이 오랜 기간 계속 힘을 받으면 일정한 한계까지는 주름잡혀 습곡으로 되지만 구부러지는 한계를 벗어나거나 지층이 굳으면 깨지고 끊어지면서 틈이 생긴다.

지층이 계속 힘을 받으면 끊어진 면을 따라 이동한다. 이것을 땅끊임이라고 한다.

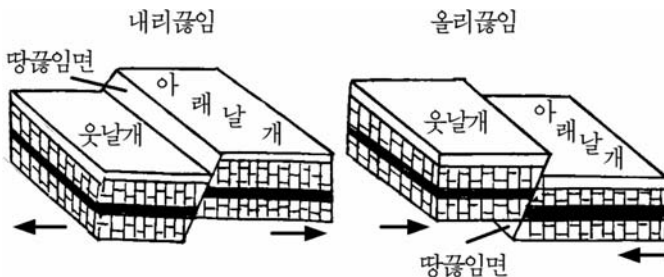



그림 3-10. 내리끊임과 올리끊임

땅끊임면을 기준으로 그우에 놓인 부분은 웃날개, 아래에 놓인 부분은 아래날개라고 한다.

땅끊임면을 따라 웃날개가 아래날개보다 미끄러져 내려간 땅끊임을 내리끊임, 우로 올라간 땅끊임을 올리끊임이라고 한다.

땅끊임은 여러개가 모여서 계단모양땅끊임, 지구대, 지루대와 같은 땅끊임무리를 이룬다.

땅끊임면을 따라 가운데지층들이 미끄러져 내려가고 량옆부분이 올라가 긴 골짜기를 이룬것을 지구대라고 한다.

반대로 땅끊임면을 따라 량쪽지층이 미끄러져 내려가고 가운데부분이 올라가 긴 뚝모양으로 된 땅끊임무리를 지루대라고 한다.

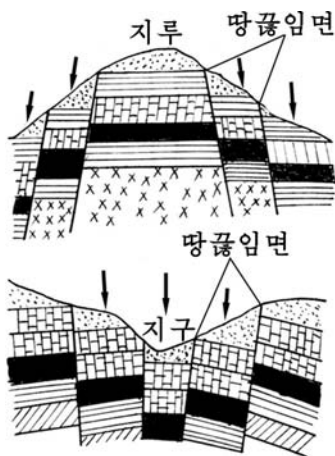



그림 3-11. 지루와 지구

우리 나라에는 땅끊임에 의하여 생긴 지형체들이 많다.

길주-명천지구대와 추가령지구대는 긴 땅끊임선을 따라 형성된 전형적인 지구대이다.

길주-명천지구대는 너비가 18~20km정도이지만 추가령지구대는 4~6km로서 좁은것이 특징이다. 특히 고산-세포사이의 10km 구간에서는 150m까지 좁아져 협곡을 이룬다.

지구대의 량쪽에는 지루대가 놓이는데 대체로 산줄기를 이룬다. 실례로 길주-명천지구대의 동쪽에는 칠보산지루대가 있다.

함경산줄기, 부전령산줄기, 태백산줄기는 큰 땅끊임면을 따라 땅덩어리가 솟아올라 형성된 산줄기이므로 동쪽비탈면이 급하다.

4. 판괴운동

세계자연지도에서 남아메리카대륙의 동쪽해안과 아프리카대륙의 서쪽해안의 모양을 자세히 살펴보면 신통히도 두 해안의 이맞물림이 잘 맞는다.

이러한 사실에 기초하여 20세기초에 한 지리학자는 상부고생대말에 아프리카, 남아메리카, 인디아, 오스트랄리아, 남극대륙, 북아메리카, 유라시아대륙이 맞붙어 하나의 큰 대륙땅덩어리(판게아대륙)를 이루었으며 그후 점차 여러 대륙으로 갈라져 오늘의 자

리로 이동해왔다는 리론(대륙이동설)을 내놓았다.

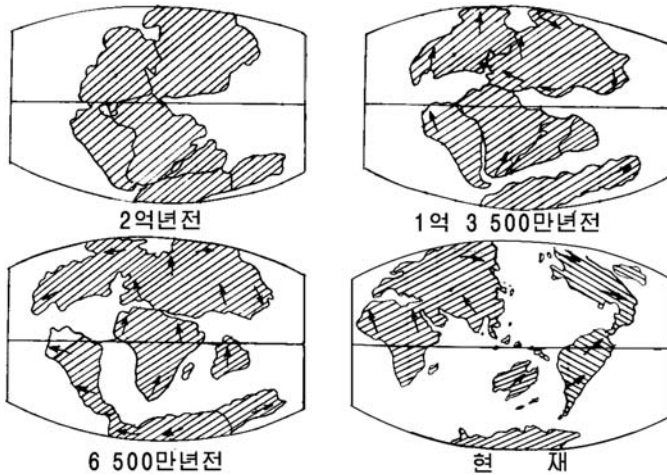



그림 3-12. 대륙의 이동과정

1950년대 과학과 기술이 발전하고 세계대양바닥을 조사연구하는 과정에 대륙이 이동한다는 믿음직한 새로운 자료들이 얻어지면서 그에 기초하여 판괴운동설이 나왔다.

판괴운동설은 대양의 중앙부에 대양중앙산줄기들이 뻗어있고 대륙의 변두리에는 바다홈과 렬도들이 있다는 사실에 기초하여 나왔다.

오래전에 바다산줄기가 대서양의 대양중앙부에서 처음으로 발견되였는데 이것을 대서양중앙산줄기라고 불렀다. 그후 1950년대 말 대양중앙산줄기가 모든 대양들에 다 있으며 그의 총길이가 6만 km이상 된다는것이 밝혀졌다.

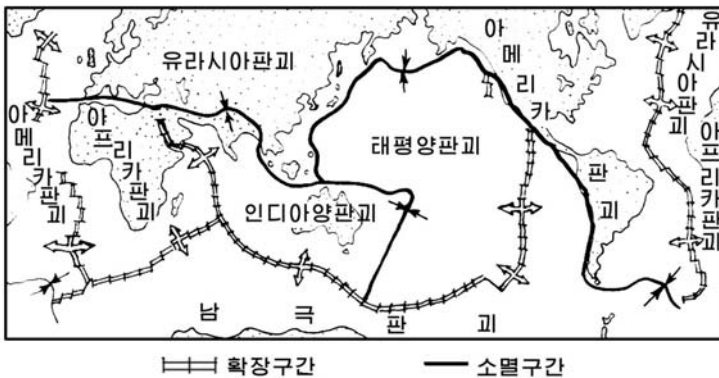



그림 3-13. 세계의 대양중앙산줄기와 판괴

이 대양중앙산줄기들은 대양밑바닥면에서부터의 높이가 2 000~3 000m정도이고 너비는 1 500~2 000km이상이다. 대양중앙산줄기는 륙지에 있는 산줄기와는 달리 평평한 마루부분에 깊이가 약 1 800m, 너비가 13~48km 되는 골짜기모양의 긴 지구대가 있다.

이 지구대밑에는 온도가 높고 밀도가 높은 녹은 상태의 마그마가 있는데 지구대가 있는 곳으로 솟아올라온다. 이 물질의 흐름을 만틀대류라고 한다.

만틀대류에 의하여 만틀에 있는 물질이 계속 솟아올라와 만틀이 혹처럼 불어나면서 대양형지각을 올리밀어 얇아지게 하고 나중에는 갈라터지게 한다. 그리하여 녹은 상태의 만틀물질이 대양바닥에 흘러나와 새로운 대양바닥과 대양중앙산줄기가 생긴다.

만틀대류는 올리흐르다가 량쪽으로 갈라져 수평방향으로 흐른다. 이 수평흐름은 새로 생긴 대양바닥을 량쪽으로 밀면서 갈라지게 한다. 이때 당김힘에 의하여 대양중앙산줄기의 마루부분에 여러 계단의 내리끊임이 생기면서 깊은 골짜기모양의 지구대가 생긴다. 이 지구대에서는 얕은 지진이 자주 일어나고 땅속 깊은 곳으로부터 많은 열이 흘러나오며 화산작용이 심하다.

새로 생긴 대양형지각은 만틀대류의 수평흐름을 따라 이동하는 과정에 판대기모양의 땅덩어리들로 갈라진다. 이것을 판괴라고 한다.

세계에는 태평양판괴, 아시아-유럽판괴(유라시아판괴), 인디아양판괴, 아프리카판괴, 아메리카판괴, 남극판괴 등 6개의 판괴가 있다.

대양판괴들은 만틀대류의 수평흐름을 타고 이동하여 대양중앙산줄기로부터 멀어지면서 대륙변두리와 바다홈에 이르러 대륙판괴밑으로 약 45°의 각도로 미끄러져내려가 암석이 파괴되여 지진이 일어나며 암석이 녹아 마그마가 생기고 화산분출이 일어난다.

그리하여 대륙과 대양의 변두리에 깊은 바다홈과 화산렬도가 생기고 화산대와 지진대가 놓인다. 판괴들이 서로 마주치면 대륙을 이동시키면서 습곡산줄기를 형성한다. 인디아양판괴가 아시아대륙과 마주치면서 대륙을 올리밀어 히말라야산줄기를 형성하였고 아프리카판괴가 유럽대륙을 올리밀어 알프스산줄기가 형성되였다. 판괴들의 이동으로 대양바닥은 해마다 1~4cm씩 넓어진다.

〔참고〕 태평양변두리지역에 지진과 화산이 많은 원인

얼루트렬도, 깜챠뜨까반도, 꾸릴렬도, 싸할린섬, 일본, 필리핀, 뉴질랜드에 이르는 태평양서부연안과 얼래쓰커로부터 로키산줄기, 안데스산줄기, 남극대륙에 이르는 태평양동부연안지역에는 화산과 지진이 집중적으로 분포되여있어 이 지역을 환태평양화산대-지진대라고 한다.

이 지진대에서는 세계적으로 일어나는 얕은 지진의 약 80%, 좀 깊은 지진의 약 90%, 깊은 지진의 거의 모두가 일어나고있다.

판괴운동설에 의하여 그 원인이 밝혀졌다.

판괴운동설에 의하면 동부태평양의 바다밑에 길게 뻗어있는 대양중앙산줄기로부터 솟아오르는 만틀대류의 수평흐름을 타고 량쪽으로 이동하고있는 태평양판괴가 서쪽에서는 유라시아판괴밑으로, 동쪽에서는 아메리카판괴밑으로 미끄러져들어가고있다.

여기서는 대륙형지각의 끌부분이 끌려들어가기도 하고 끌려들어가던것이 다시 밖으로 튕겨나오기도 하면서 끊어지고 파괴된다.

이 과정에 강한 충격이 생겨 지진이 일어난다.

태평양판괴가 미끄러져 들어가는 바다홈과 렬도부근에서는 진원이 얕은 지진이 많이 일어나고 그곳으로부터 안쪽으로 들어오면서 진원이 깊은 지진이 많이 일어난다.

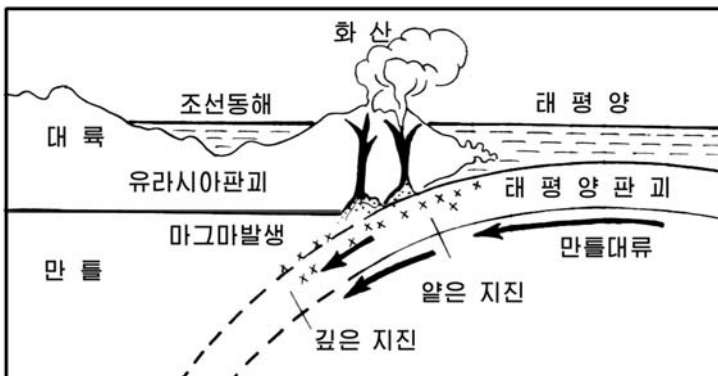



그림 3-14. 대양판괴가 미끄러져 들어가는 모양

한편 태평양판괴가 깊이 미끄러져 들어가면서 지구내부의 온도와 압력이 높아지며 그 웃면은 녹아 마그마가 생기고 그것이 틈을 따라 뚫고올라와 활등모양, 띠모양으로 렬을 지은 화산섬들을 형성한다.

문제

1. 지각과 판괴는 어떤 차이가 있는가?
2. 화산과 지진이 일어나는 원인과 그 분포를 설명하여라.
3. 습곡지대에서 배사부분이 산마루와 일치하지 않을 때가 있다. 그 원인은 무엇인가?
4. 바다홈이나 렬도는 대양이나 대륙의 변두리에 있다. 그 원인은 무엇인가?

제 2 절. 외인작용에 의한 지구겉면의 변화

지구겉면의 지형은 1차적으로 지구내부힘에 의하여 형성되였지만 외인작용에 의하여 끊임없이 변화되고있다.

지구겉면에서 태양열, 기온변화, 흐르는 물과 바다물결, 바람, 빙하 등 외부적힘에 의하여 일어나는 모든 작용을 외인작용이라고 한다.

1. 풍화작용

땅겉면에 드러나있는 굳은 암석과 지층이 기온변화, 공기와 물, 생물의 작용으로 부스러지고 분해되여 파괴되는 작용을 풍화작용이라고 한다.

풍화작용에서 기본은 물리적풍화와 화학적풍화이다.

땅겉면에 드러나있는 크고 굳은 암석은 기온변화에 따르는 열불음때, 암석틈사이에서 물이 얼때 생기는 기계적압력에 의하여 깨지고 부스러져 돌덩어리, 자갈, 모래로 된다. 이러한 과정을 물리적풍화작용이라고 한다.

물리적풍화작용은 기온변화가 심하고 땅이 오래동안 어는 고산지대와 극지방에서 강하게 일어난다. 우리 나라에서는 추운 겨울철에 일어난다. 이 지역들에서는 물리적풍화작용으로 산비탈면과 산기슭에 벼랑돌무지와 돌흐름이 형성된다. 낮과 밤의 기온차가 크고 기후가 건조한 사막지방에서는 물리적풍화작용으로 돌사막과 모래사막이 형성된다.

암석과 광물이 물속에 들어있는 산소와 이산화탄소의 작용을 받으면 분해되고 화학적성질이 변화되면서 진흙이나 석비레와 같은 단순하고 작은 물질로 된다.

실례로 장석이 분해되면 고령토가 되고 화강암과 편마암이 분

해되면 석비레로 된다. 석회암이 물에 녹고 분해되면 붉은 진흙으로 된다. 이 과정이 화학적풍화작용이다.

화학적풍화작용은 덥고 습한 아열대지방에서 강하게 일어나며 우리 나라에서는 여름철에 잘 일어난다.

암석이 풍화되여 생긴 모래나 진흙에 유기물질이 섞이면서 토양이 형성된다.

풍화작용으로 생긴 물질들은 그후 흐르는 물과 바람 등에 의하여 이동한다.

2. 물의 작용

물의 작용은 외인작용에서 기본을 이룬다. 강물, 바다물, 호수물 등은 높은 곳을 깎아내는 침식작용과 깎아낸 물질을 날라다 낮은 곳에 쌓는 퇴적작용을 하면서 땅겉면의 지형기복을 낮고 평탄하게 한다.

강물의 작용

강물은 침식, 운반, 퇴적 등 세가지 작용을 하면서 땅겉면의 지형기복을 변화시킨다.

비가 내릴 때 흐르는 물은 흙, 모래를 씻어내고 파내여 처음에는 작은 비물홈과 비물곬을, 나중에는 깊은 골짜기를 만든다. 흐르는 강물은 강바닥과 강기슭, 상류의 비탈면을 깎아내고 파낸다. 강물은 그 질량과 흐름속도에 비례하는 힘으로 강바닥과 강기슭을 파내고 파낸 물질을 날라간다.

강물은 먼저 강바닥을 파내는 강바닥침식을 한다.

강상류의 산지대를 흐르는 강물은 비탈이 급하고 물살이 빠르므로 바닥을 파내여 깊게 하고 강골이 분수령쪽으로 확장되게 한다. 결과 V자모양의 깊은 골짜기가 형성된다.

강의 중류나 하류에서는 강바닥물매가 느리고 흐름속도가 떠지므로 강물의 힘이 옆으로 작용하면서 강기슭이 패이는 강기슭침식이 일어난다.

강물이 구불구불한 강골을 흐를 때에는 원심힘과 코리오리힘을 받으므로 한쪽강기슭을 깎아내고 강바닥을 깊게 하면서 강기슭침식이 더욱 심하게 일어난다.

강기슭침식이 계속되면 강굽이를 크게 하고 강폭이 넓어지며

나아가서는 강자리호수가 형성된다.

강물은 깎아낸 물질을 물에 용해시키거나 띄워서 운반하며 강바닥을 따라 굴리면서도 운반한다.

강물은 날라오던 모래, 자갈, 감탕을 물흐름이 떠지는 곳에 쌓는 퇴적작용을 한다. 물흐름속도가 10m/s로 빠른 곳에서는 자갈, 0.25m/s로 느린 곳에서는 모래와 감탕이 쌓인다. 따라서 물흐름속도가 빠른 상류의 강바닥에는 자갈이 많이 쌓이고 물흐름속도가 느린 하류와 강어구에는 모래와 감탕이 쌓인다.

강의 퇴적작용으로 강바닥과 강기슭에 충적층이 쌓이고 열두삼천리벌, 재령벌, 호남벌과 같은 큰 충적벌이 형성된다. 대동강하류와 압록강하류, 락동강어구에서는 모래, 감탕이 쌓여 삼각주(섬)들이 형성되였다.

강하천에서 퇴적작용이 심하게 일어나면 강바닥이 높아지고 큰물피해를 입을수 있다.

강물의 침식과 퇴적작용을 막자면 산에 나무를 많이 심어 산림을 조성하고 강하천물길을 곧추 펴며 강바닥을 파내고 제방뚝을 튼튼히 쌓는 등 치산치수사업을 잘하여야 한다.

우리 나라에서는 위대한 령도자 **김정일**대원수님의 현명한 령도밑에 치산치수사업을 비롯한 국토건설과 관리, 보호사업이 널리 진행된 결과 큰물과 가물피해를 미리막고있으며 국토의 면모가 더욱 아름답게 전변되고있다.

지하수의 작용

지하수는 석회암, 고회암으로 이루어진 지층과 암석을 녹여서 운반하는 용식(용해)작용을 한다.

석회암은 순수한 물에는 잘 녹지 않으나 이산화탄소가 풀려있는 비물과 지하수에는 잘 용해된다.

석회암층이 있는 지역에서는 비물이 흐르면서 땅겉면에 돌탑, 깔때기모양의 와지, 함지모양의 우묵한 와지와 분지 등이 형성된다. 땅속에서는 지하수가 틈을 따라 흐르면서 석회암을 녹여 돌순, 돌고드름, 돌꽃이 발달한 동굴이 형성된다.

지하금강으로 이름난 룡문대굴과 송암동굴, 백령대굴은 석회암 용식작용으로 형성된 동굴이다.

이와 같이 석회암지역에서만 생기는 독특한 지형을 석회암용식지형 또는 카르스트지형이라고 한다.

우리 나라에서 카르스트지형은 구장, 개천, 덕천, 북창, 순천, 강동, 승호, 상원을 비롯하여 여러 지역에 발달되여있다.

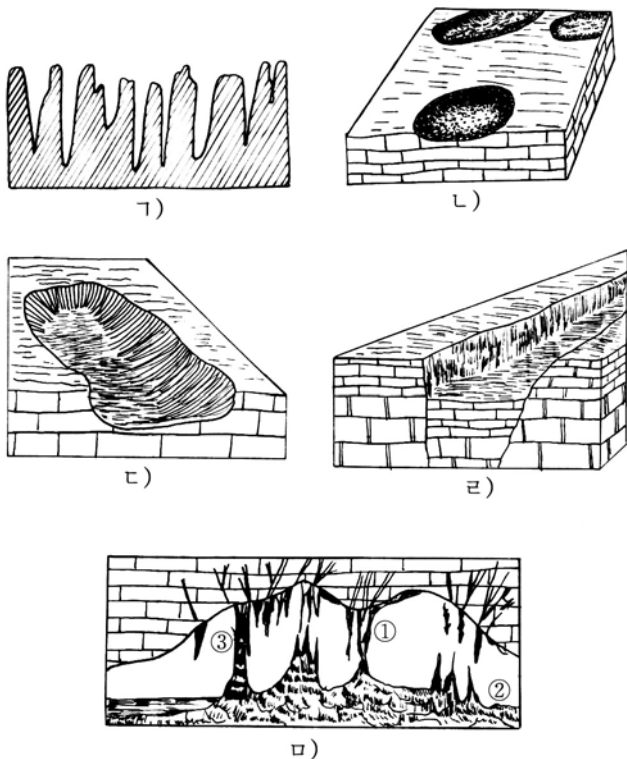



그림 3-15. 석회암용식지형
ㄱ) 돌탑, ㄴ) 와지, ㄷ) 분지, ㄹ) 골짜기,
ㅁ) 동굴(① 돌고드름, ② 돌순, ③ 돌기둥)

바다물의 작용

바다물은 끊임없이 운동하면서 해안지형을 변화시킨다. 바다가지형은 물결과 미세기흐름, 연안류의 작용을 받아 끊임없이 변화된다.

물결은 바다기슭과 바닥을 깎아내고 파내는 작용(해식작용)을 한다. 물결의 해식작용으로 바다벼랑, 바다굴, 바다대지 등 해식지

형이 생긴다.

세찬 바다물결은 바다기슭에 부딪치면서 지층과 암석을 깎아내고 파내여 바다벼랑을 형성한다. 바다벼랑이 커지고 높아지면 물결이 닿는 바다벼랑의 아래부분이 패이여 바다굴(해식동)이 생긴다.

조선동해안의 무수단과 리원의 바다벼랑, 통천의 총석정과 금란굴, 홍원의 청도해식굴, 해칠보달문 등은 물결의 해식작용으로 형성되였다.

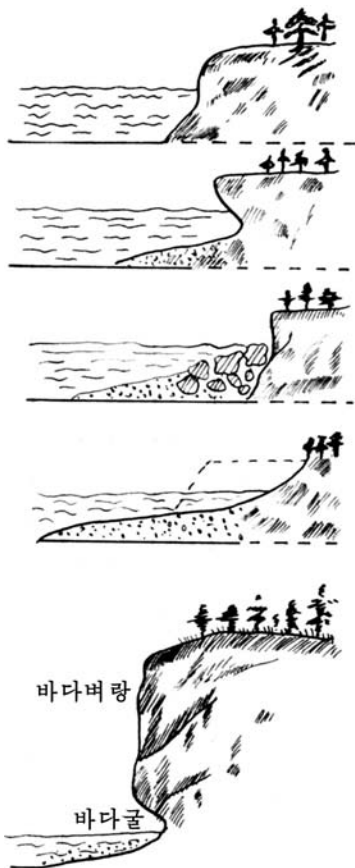
바다가에서는 물결과 기슭을 따라 흐르는 연안류가 모래, 자갈을 날라다 쌓아 모래뚝(사주), 모래부리(사취), 륙계도, 바다자리호수 등 바다퇴적지형을 형성한다.

바다가에 돌출부가 있을 때 연안류가 흐르면 운반되던 모래, 감탕이 점차 쌓이면서 새부리모양으로 길게 뻗은 모래뿔이 생긴다.

이 모래뿔이 계속 자라서 만이나 작은 포구의 입구를 완전히 막으면 바다자리호수와 모래부리가 생긴다. 실례로 삼일포, 시중호, 동정호, 서번포를 비롯한 조선동해안의 많은 호수들은 바다자리호수이며 송도원, 마전, 몽금포 등 명승지는 연안류의 작용으로 이루어진 모래부리이다.

때로는 연안류에 의하여 모래, 감탕이 쌓이면서 바다가의 륙지와 섬이 모래부리로 련결되면 륙계도라는 지형이 형성된다.

그림 3-16. 바다벼랑과 바다굴의 형성과정

실례로 호도반도, 갈마각, 우암각은 섬이 모래부리에 의하여 륙지와 련결된것이다.

3. 빙하의 작용

빙하는 극지방의 대륙과 섬들뿐아니라 고산지대에도 발달되여 있다.

남극대륙과 그린랜드섬 등 넓은 지역에 덮여있는 빙하는 대륙빙하라고 하며 히말라야산줄기와 알프스산줄기와 같은 높은 산악지대의 골짜기에 있는 빙하는 산악빙하라고 한다.

빙하가 흘러내리는 속도는 1년에 수십～수백m로서 강물에 비하면 매우 뜨다. 그러나 빙하가 움직이기 시작하면 자체의 큰 질량으로 하여 땅을 깎고 나르는 힘이 매우 커진다.

산마루에 있던 빙하가 점차 내려오기 시작하면 그곳은 깊이 패여 산허리부근에 삼태기모양, 안락의자모양의 우묵한 골(권곡)이 형성된다.

산비탈면을 따라 흘러내리는 빙하는 바닥과 벽을 깎아내여 U자모양의 깊은 골짜기(빙식골)를 형성한다.

좁고 깊은 빙식골이 침강하여 바다에 잠기면 좁고 길며 깊은 만(협만)이 형성된다. 실례로 스칸디나비아반도의 노르웨이해안은 전형적인 협만(피오르드)을 이루고있다.

빙하가 이동하다가 녹으면 그것이 깎아 날라오던 모래, 자갈, 흙은 그 끝에 쌓이면서 뚝이나 언덕모양의 빙퇴석지형을 이룬다. 또한 빙하가 날라오던 물질이 쌓이면서 골짜기를 막으면 빙하호가 생긴다.

우리 나라는 제4기 빙하기시기에 대륙빙하의 영향을 직접 받지는 않았으나 백두산, 관모봉을 비롯한 높은 산과 중부지방의 금강산, 언진산일대에 산악빙하가 있었다.

지금도 이곳에는 권곡과 U자모양의 빙식골, 빙퇴석언덕 등 빙하지형이 여러곳에 남아있다.

문 제

1. 조선동해비탈면하천과 조선서해비탈면하천가운데서 치산치수사업이 더 절실하게 제기되는 곳은 어디인가? 그 근거를 설명하여라.
2. 치산치수사업에서 치산사업을 치수사업에 앞세워야 할 리유는 무엇인가?

3. 대동강이 모란봉기슭을 깎아내여 청류벽과 같은 절벽을 이루고 강바닥을 깊게 한 원인을 설명하여라.

제 4 장. 대기와 날씨

대기권은 사람이 생활하는 기본공간이다.

대기권에서 일어나는 기상기후현상은 지구환경에 커다란 영향을 미치고있다.

기후변동으로부터 지구환경을 보호하고 개변해나가자면 대기와 그의 변화를 잘 알아야 한다.

제 1 절. 태양복사와 대기온도

1. 태양복사

1) 태양복사량

태양복사란 태양에서 전자기파형태로 나오는 열에네르기를 말한다.

태양복사는 지구우에서 대기변화를 일으키는 기본에네르기원천이다.

지구가 한해에 받는 태양복사량은 5.46×10^{24}J이다. 이것은 현재 지구우에서 채굴할수 있다고 보는 모든 연료자원(석탄, 원유, 천연가스, 우라니움 등)으로부터 얻어지는 총 에네르기량의 10배에 해당하는 막대한 량이다. 대기층 웃한계에서 태양빛에 수직인 $1m^2$의 면적이 1초동안에 받는 태양복사량은 1.38kJ이다. 이 값을 태양상수라고 한다. 만일 이것을 전기에네르기로 완전히 변환하면 14W짜리 콤팍트등을 거의 100개나 켤수 있다.

대기층 웃한계를 지나 지구에 도달하는 태양복사량은 대기중에서 흡수, 산란 및 반사에 의하여 감소된다.

2) 태양복사에 대한 대기의 선택성

태양복사는 두꺼운 대기층을 지나 지구겉면에 도달한다. 이때 대기성분(수증기, 이산화탄소, 오존, 먼지 등)들은 태양빛에 대하여 선택적으로 흡수하며 산란, 반사한다.

오존은 태양빛의 자외선만을 흡수하며 수증기, 이산화탄소는 주로 파장이 긴 적외선만을 흡수한다. 보임빛선의 대부분은 단파인데 대기층을 통과하여 지구겉면에 도달한다. 태양빛이 대기중의 먼지나 작은 공기분자들을 만나면 반사 및 산란되면서 다시 우주공간으로 나간다. 결과 대기층 웃한계에 도달한 태양복사량의 거의 40%는 지면에 도달하지 못하게 된다.

지면에 도달한 태양복사량의 일부가 또다시 반사되며 결국 지면에 흡수되는 태양복사량은 대기권웃한계에 도달한 태양복사량의 50%정도이다.

3) 대기를 덥히는 지구복사와 대기온도

지구겉면이 태양복사를 받으면 더워진다. 더워진 지구겉면은 다시 대기중으로 열을 내보낸다. 이때 대기가 받는 열은 장파에네르기인데 이것을 지구복사(지면복사)라고 한다. 지구복사가 방출하면 대기중의 이산화탄소나 수증기가 강하게 흡수한다. 결과 대기의 온도가 높아진다.

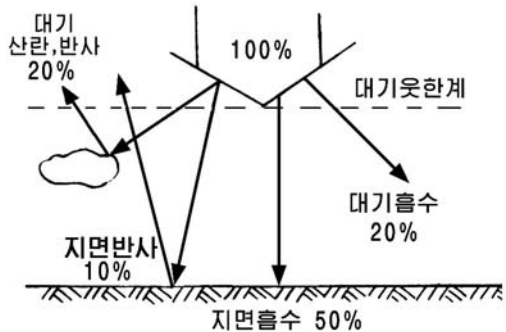



그림 4-1. 대기층을 지날 때 태양복사량의 변화

지구복사에 의하여 대기가 더워지면 대기는 열을 내보내는데 이것을 대기복사라고 하며 그중에서 다시 지구겉면에 돌아오는 대기복사를 대기역복사라고 한다. 그러므로 대기역복사는 지구겉면의 열손실을 일정한 정도로 막아준다.

결국 대기온도는 지구복사에 의하여 변한다. 따라서 높이 올라갈수록 대기온도는 낮아진다.

대기온도는 지구복사에 의하여 변하므로 지구겉면상태에 따라 달라지게 된다. 같은 시간에 륙지우의 대기온도와 바다우의 대기온도는 차이나게 된다. 또한 토양과 식물피복상태 같은것도 대기온도에 영향을 준다.

〔참고〕 온실기체에 의한 온실효과

온실효과를 나타내는 기체(이산화탄소, 수증기, 아산화질소, 프레온가스

등)를 온실기체라고 한다. 이것들은 대기성분량의 1%밖에 되지 않지만 지구온난화를 가져오는데서 매우 큰 역할을 하고있다. 여기서도 이산화탄소에 의한 온난화가 주목되고있다.

현시기 화석연료의 대량적인 소비와 무질서한 산림채벌 등은 이산화탄소를 증가시키는 기본요인으로 되고있다. 그리고 이런 상태로 계속 나간다면 2030년에 가서 지구대기온도가 4.5℃ 높아지게 될것이라고 한다. 이것은 지구의 온도가 높아지는것과 함께 지구사막화와 생태계의 파괴, 바다수면상승을 초래하고 공업과 농업생산에 큰 영향을 미칠수 있으므로 온실기체 특히 이산화탄소의 배출량을 극히 줄이기 위하여 투쟁하여야 한다.

2. 기온의 변화와 분포

1) 해높이와 기온변화

(1) 해높이

지구겉면이 얼마나 많은 열량을 받는가 하는것은 기온에 의하여 특징지어진다.

해당지방의 기온은 해높이에 관계된다.

$h_1 < h_2 < h_3$: 해높이

$a > b > c$: 태양복사량을 받는 면적

$E_a < E_b < E_c$: 단위면적의 태양복사량

$t_a < t_b < t_c$: 기온

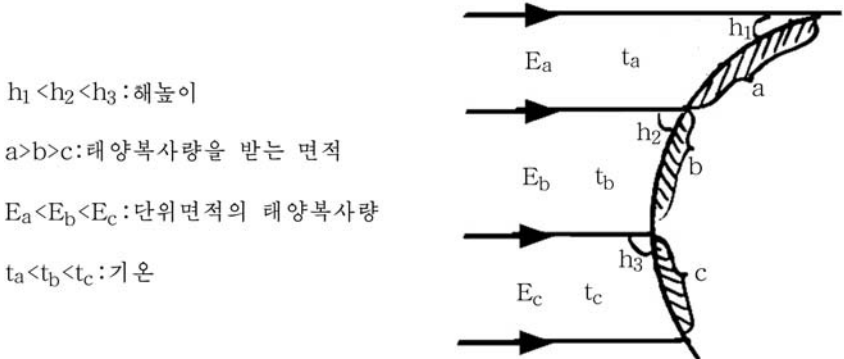



그림 4-2. 위도에 따르는 해높이와 태양복사량, 기온

해높이는 위도, 계절, 지형에 따라 다르며 하루동안에도 시간에 따라 달라진다.

〔참고〕 위도에 따르는 해높이계산공식

$$h_{\circledcirc}=90^{\circ}-\varphi+\delta$$

여기서 $h_{\circledcirc}$- 정오때의 해높이

φ- 위도

δ- 태양적위

태양적위(δ)는 년중 $+23^\circ 27'$부터 $-23^\circ 27'$사이에서 변하는데 춘분때 0°, 하지때 $+23^\circ 27'$, 추분때 0°, 동지때 $-23^\circ 27'$이다.

지리적위도(φ)는 북위일 때 +, 남위일 때 -값으로 한다.

또한 $h_{◎}>90^\circ$일 때에는 $180^\circ - h_{◎}$을 해높이로 한다.

우의 공식으로부터 해당 지방의 위도와 적위(즉 날자)를 알면 해높이를 계산할수 있으며 따라서 그 지방이 받는 태양복사량도 가늠할수 있다.

(2) 기온변화

기온은 하루, 한해동안에 일정하게 변화된다.

하루동안에 최고기온은 해높이가 제일 높은 정오때가 아니라 오후 1~2시경에 나타나며 최저기온은 해뜨기 전에 나타난다.

이러한 변화는 내륙지방에 비하여 바다가지방에서 언제나 늦게 나타난다.

하루동안에 최고기온과 최저기온의 차를 기온의 하루차라고 한다.

기온의 하루차는 지리적위도와 지형조건, 바다가로부터의 거리, 식물피복상태, 계절에 따라 다르다.

한해동안의 기온변화도 하루변화와 비슷한 경향이 있는데 해높이가 제일 높은 하지(6월 22일경)가 지난 다음 1~2개월후인 7월 또는 8월에 최고기온이 나타나며 1월 또는 2월에 최저기온이 나타난다.

조선서해안지방에서는 최고기온이 8월에, 최저기온이 2월에 관측된다.

한해동안에 기온이 제일 높은 달의 평균기온과 제일 낮은 달의 평균기온의 차를 기온의 한해차라고 한다. 기온의 한해차도 바다가와 내륙지방에서 위도에 따라 다르게 나타난다.

2) 기온의 분포

기온분포를 보면 일반적으로 적도지방에서 높고 극지방으로 가면서 낮아진다. 그리하여 등온선은 위도선방향으로 분포된다.

년평균기온은 남반구(13.3℃)보다 북반구(15.3℃)에서 더 높다. 지구우에서 최고기온은 적도가 아니라 북위 10~30°사이에서 나타난다.

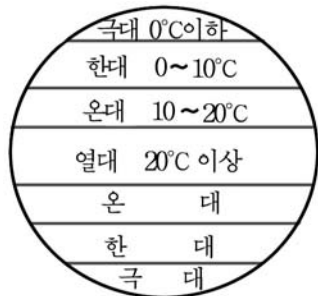



그림 4-3. 지구의 온도대와 기온

실례로 지구우에서 가장 더운 지역은 적도가 아니라 북위 10°에 위치하고있는 소말리아의 베르베라지역과 북위 15°에 있는 에리트레아의 마싸와지역들이다.

기온분포의 이러한 특징으로부터 지구우에 여러개의 온도대를 설정한다.

문제

1. 조선서해안지방에서는 왜 최고기온이 8월에, 최저기온이 2월에 나타나겠는가?
2. 지구우에서 최고기온이 나타나는 곳이 왜 북위 10~30°사이로 되는가?
3. 기온변화가 심한 지역은 어떤 지역이며 왜 그런가?
4. 만일 대기중에 온실기체가 없다면 지구는 어떻게 되겠는가?
5. 자기 지방에서 태양에네르기를 효과적으로 리용하자면 어떤 지리적문제들에 관심을 돌려야 하는가?

제 2 절. 기압과 대기의 운동

공기의 수평운동인 바람은 열, 습기를 나르는 대기운동의 기본형식이다. 바람에 대하여 잘 아는것은 바람을 잘 리용하고 바람에 의한 피해를 미리 막는데서 중요한 의의를 가진다.

1. 기압차의 발생과 기압분포

1) 기압차의 발생

기압(대기압력)차는 대기온도가 수평적으로 차이나게 분포되였을 때 발생한다.

다시말하여 기압차는 대기온도의 수평적차이로 대기밀도가 달라지고 기압이 차이날 때 생긴다.

기압의 차이는 바로 대기가 수평적으로 운동하게 하는 주요 요인의 하나로 된다.

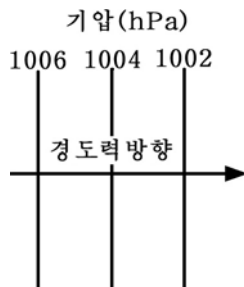



그림 4-4. 수평기압경도력의 방향

기압차는 대기온도의 차이로 발생하므로 대기온도의 변화를 일

으키는 조건들은 기압차를 일으키는 조건으로 된다. 즉 해발높이, 습도, 위도, 지형조건에 따라 기압이 달라진다.

어떤 지역에서 중심기압이 주변기압보다 낮으면 저기압이라고 하며 중심기압이 주변기압보다 높으면 고기압이라고 한다.

대기가 움직이자면 그것을 움직일수 있는 힘이 작용해야 하며 그러자면 두 지점에서 고기압과 저기압이 생겨야 한다.

단위거리에 떨어져있는 두 지점의 기압차를 수평기압경도라고 한다.

수평기압경도는 고기압구역에서 저기압구역으로 대기를 수평이동시키는 힘 즉 수평기압경도력이 생기게 한다.

기압의 국제단위는 Pa(파스칼)이며 mb(미리바르), hPa(헥터파스칼)도 많이 쓰인다.

$1hPa = 1mb = 10^2Pa$

표준조건(위도 45°, 해발높이 0m, 대기온도 0℃)에서의 기압을 1atm이라고 하는데 크기는 다음과 같다.

$1atm = 760mmHg \approx 1\ 013mb = 1\ 013hPa$

2) 등압선도와 기압의 수평적분포

어떤 지역에 기압이 어떻게 분포되여있는가를 빨리 알자면 등압선도를 보아야 한다. 등압선도란 해당 지역에서의 기압분포를 등압선으로 나타낸 지도를 말한다.

그림 4-5. 기압마당의 대표적인 형태들(단위는 hPa)

등압선도에 의하여 해당지역의 기압의 배치상태 즉 고기압과 저기압중심지, 저기압골과 고기압등 같은것을 알수 있다. 또한 수평기압경도와 바람의 방향, 속도까지 계산할수 있다.

3) 지구우에서 기압의 수평적분포

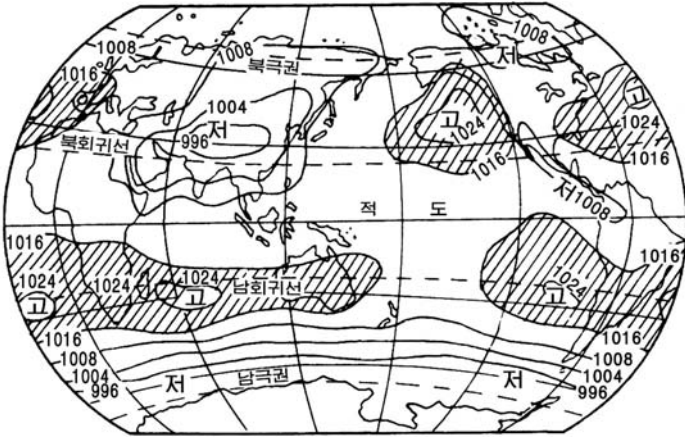



그림 4-6. 7월평균등압선도(hPa)

세계등압선도에서 보면 지구우에서 등압선들이 동서방향으로 놓여있으며 고기압대와 저기압대가 엇바뀐다.

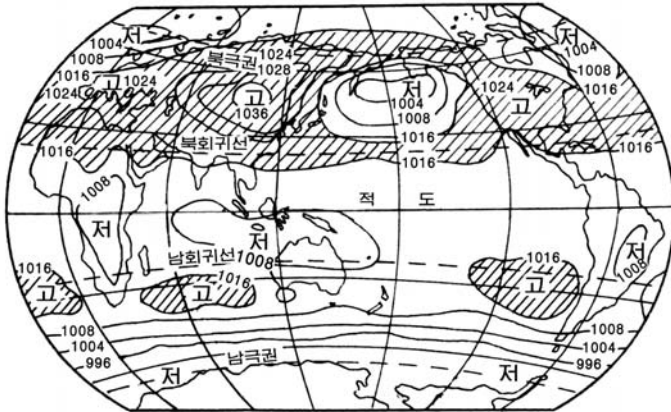



그림 4-7. 1월평균등압선도(hPa)

2. 대기의 운동

1) 대기대순환

대기는 작은 규모에서 움직일수도 있고 큰 규모에서 움직일수도 있다.

대기대순환이란 지구적규모에서 고기압과 저기압사이를 순환하

는 대기의 큰 흐름을 말한다.

대기대순환은 저위도순환, 중위도순환, 고위도순환으로 나누어 볼수 있다.

저위도순환이란 적도저기압대와 아열대고기압대사이의 순환을 말한다.

그림 4-8. 대기대순환체계

적도저기압대에서 발생한 올리흐름은 대기상층에서 남북으로 갈라져 북위(남위) 30°부근에서 내리흐름을 이룬다. 이때 내리흐름은 아열대고기압대의 땅겉면에서 적도저기압대로 흐른다. 이 흐름은 코리오리힘에 의하여 북반구에서는 북동풍, 남반구에서는 남동풍이 된다.

저위도순환을 일명 무역풍순환이라고 한다.

중위도순환은 아열대고기압대와 온대저기압대사이에서 생긴다.

아열대고기압대의 땅겉면에서 남북으로 갈라져 북쪽(온대저기압대쪽)으로 이동한 공기는 온대저기압대에서 상승한다.

대기상층에서는 땅겉면에서와 반대방향의 바람이 불어 하나의 닫긴 순환이 이루어진다.

아열대고기압대에서 온대저기압대로 부는 바람은 코리오리힘에 의하여 남풍—남서풍—서풍(북반구)으로 된다.

고위도순환은 편동풍순환이다. 이것은 온대저기압대와 극고기압대사이의 순환이다.

극고기압대에서는 언제나 공기가 내리흐름을 이루고 온대저기압대에서는 올리흐름을 이루므로 하나의 닫긴 순환을 이룬다. 여기서 바람은 북동—북동풍—동풍(북반구)으로 된다.

기압대들은 계절에 따라 남북으로 이동한다. 즉 겨울에는 기압대들이 전반적으로 남쪽으로, 여름에는 북쪽으로 이동한다.

2) 계절풍과 바람의 리용

계절풍이란 여름과 겨울에 방향이 거의 반대되게 부는 바람을 말한다.

대륙과 대양에서는 계절에 따라 기압배치가 달라진다.

여름에는 대륙우의 기압이 낮고 대양우의 기압이 높다. 그러므로 대양에서 대륙으로 덥고 습한 여름철바람이 분다. 겨울에는 기압배치가 여름과 반대되므로 대륙에서 대양으로 차고 건조한 겨울철바람이 분다.

계절풍이 잘 부는 지역은 동부아시아의 온대와 아열대지방, 동남아시아, 남부아시아 그리고 아프리카의 적도와 아열대지방이다.

우리 나라에서는 계절풍이 뚜렷이 나타난다.

겨울에는 아시아대륙의 씨비리지방에서 발생한 고기압에 의하여 태평양쪽으로 맵짜고 건조한 겨울철바람이 분다. 주로 북서풍이 불며 기간은 10월부터 다음해 3월까지이다.

여름에는 태평양에서 아시아대륙의 중국과 몽골쪽에 발생한 저기압쪽으로 무덥고 습한 여름철바람이 분다. 남풍, 남서풍인 이 바람은 우리 나라에 장마를 가져오며 많은 비를 내리게 한다.

우리 나라에는 바람이 센 곳이 많으며 이러한 지대적특성을 잘 고려한다면 바람을 리용하여 많은 에네르기를 생산할수 있다.

풍력에네르기는 우리 나라에서 수력 및 화력자원과 함께 중요한 동력원천이다.

매개 지방에서 최소한 바람속도가 3m/s인 곳에서는 풍력에네르기를 생산할수 있다.

풍력에네르기를 리용하자면 바람이 최대로 잘 부는 곬을 골라잡고 평균바람속도와 최대바람속도를 관측해야 한다. 그리고 여기에 맞는 바람개비의 직경과 발전기출력을 계산해야 한다.

문제

1. 바람은 수평기압경도력에 의하여 발생하지만 그 방향은 일치하지 않다. 왜 그런가?
2. 풍력에네르기를 리용하는데서 중요한 문제는 무엇인가?
3. 지구우에서 기압대의 이동은 우리 나라에 어떤 영향을 주는가?

제 3 절. 강 수

위대한 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리 나라의 년평균강수량은 1 000～1 200mm나 되며 7, 8월에는 무더기비가 많이 내립니다.》

물문제는 지구생태환경을 보호하는 문제이며 매우 중요한 자원문제이다. 물자원을 인민경제발전에 합리적으로 리용하자면 강수에 대하여 잘 알아야 한다.

1. 대기속의 수증기와 구름

1) 대기속의 수증기량의 변화

태양복사에 의하여 더워진 바다와 륙지에서는 증발이 일어난다. 증발된 수증기는 대기속으로 들어간다.

대기속으로 들어가는 수증기량은 기온에 따라 달라진다. 주어진 온도에서 대기속으로 최대로 들어갈수 있는 수증기량은 제한되여있는데 그것을 포화수증기량으로 나타낸다.

단위는 보통 g/m^3이다.

포화수증기량은 기온이 높을수록 많아진다.

포화수증기량

기온/℃	-30	-20	-10	0	10	20	30
포화수증기량/$g \cdot m^{-3}$	0.4	1.1	2.4	4.8	9.4	17.3	30.4

기온이 점차 낮아지면 포화수증기량이 적어지면서 이미 대기속에 들어있던 수증기량이 포화수증기량을 넘는 경우가 있다. 이때 그 초과량의 수증기는 응결되면서 물방울로 된다. 이때의 온도를 이슬점이라고 한다.

대기습도는 절대습도와 상대습도로 나타낸다.

절대습도는 단위체적속에 들어있는 수증기량을 표시한다.

상대습도는 현재 대기속에 들어있는 수증기량이 그 온도에서의 포화수증기량에 비해 어느 정도인가를 나타낸다. 그러므로 상대습도로써 대기의 습한 정도를 나타낼수 있다.

$$r = \frac{e}{E} \times 100, \%$$

여기서 r : 상대습도

E : 그 온도에서의 포화수증기량

e : 절대습도

우리 나라에서의 상대습도는 여름장마철에 90%정도로서 높고 봄에는 50%정도로서 낮다.

우의 공식에서 보면 상대습도는 포화수증기량이 클수록 낮아진다. 즉 온도가 높을수록 상대습도는 낮아진다.

2) 구름의 형성

대기속의 수증기가 응결되여 지구겉면으로부터 어느 정도 높이 떠서 모여있는것을 구름이라고 한다.

대기속에서 물방울(또는 얼음알갱이)은 대기온도가 낮아져 이슬점 아래로 떨어질 때 생기므로 구름이 이루어지자면 습한 공기가 일정한 높이에서 랭각되여야 한다. 따라서 공기의 올리흐름이 있어야 한다.

그림 4-9. 구름이 생기기 위한 조건들

공기가 올리흐름을 따라 우로 올라가면 단열팽창된다. 이때 일정한 높이에서 공기의 자체온도가 이슬점아래로 내려가면서 크기가 100μm정도의 물방울이나 얼음알갱이로 응결된다.

구름에는 순전히 물방울 또는 얼음알갱이로만 되여있는것도 있고 이것들이 혼합되여있는것도 있다.

구름은 높이와 겉모양에 따라 10가지로 나눈다.

상층구름

제일 높은 곳(6~10km)에 떠있는 구름이다. 여기에는 3가지형의 구름(비단구름, 비단더미구름, 비단층구름)이 있다. 특징은 강수가 없는것이다.

해무리나 달무리가 비단층구름에서 생긴다. 무리가 나타나면 비가 오거나 흐릴 징조이다.

중층구름

2~6km 높이에 떠있다. 2가지형의 구름(높은층구름, 높은더미구름)이 있다. 모양에서 특징은 흰색을 띤 큰 물결모양 또는 발이

량형태이라는것이다. 여기서는 강수가 나타나지 않으며 여름철에 내린다 하여도 땅에 닿지 못하고 도중에 증발되고만다.

하층구름

1.5km아래에 떠있다. 여기에는 층더미구름, 층구름, 비구름이 속한다. 장마비는 주로 비구름에서 내린다.

수직발달구름

더미구름과 소낙구름이 속하는데 대체로 0.4~1.5km의 높이에 떠있다. 대부분의 경우 번개(벼락)를 동반하면서 소낙비와 우박이 내린다.

2. 강수형성과 강수량분포

1) 강수의 형성

강수는 구름이나 안개에서 떨어지는 비, 눈, 우박과 땅이나 지상의 물체우에 생기는 이슬, 서리, 성에 같은것을 통털어 이르는 말이다.

구름속에서 비가 내리려면 물방울들이 어느정도 커져서 공기의 뜰힘을 이겨내야 한다. 뜰힘을 이겨내는 과정은 응결과 응집과정으로 갈라볼수 있다. 여기서 기본은 응집과정이다.

구름속에 있는 큰 물방울들은 떨어지는 도중에 작은 물방울들을 따라잡고 충돌하여 합쳐진다.

물방울이 아직 작아서 공기의 뜰힘을 이겨내지 못하고 우로 올라갈 때는 보다 작은 물방울이 더 빨리 올라가면서 그 물방울과 합쳐진다. 이와 같은 응집과정은 구름을 이루고있는 물방울들의 크기가 서로 다를 때 잘 진행된다.그러므로 비록 구름이 발달하였다 하여도 구름방울들의 크기가 고르로우면 강수를 이루지 못하거나 이슬비밖에 내리지 않는다.

구름이 끼였다고 해서 다 비가 내리는것은 아니다. 그것은 대기가 끊임없이 움직이며 이 과정에 구름속의 물방울이나 얼음결정이 일정한 공간을 지나면서 온도, 습도에 의하여 모습변화하기때문이다. 그러므로 날씨예보에서는 대기온도, 습도분포를 잘 고려하는것이 중요하다.

2) 강수량분포

강수량은 대기온도, 습도, 기압, 지형에 많이 의존한다. 지구

우에서 강수량은 대체로 적도지방에서 극지방으로 가면서 적어진다. 또한 같은 위도에서도 바다가지역과 내륙지역에서 다르다.

지구우에서 강수량분포는 일정한 대성을 나타낸다.

강수량이 많은 열대

북위 20°-남위 20°의 열대저기압지대이다. 년강수량이 1 000mm이상이고 곳에 따라 2 000mm이상 되는 곳도 있다. 특히 히말라야산줄기의 남쪽비탈면, 아마조나스강상류지대, 서부아프리카의 까메룬산지, 태평양의 하와이제도 같은 곳은 10 000mm를 넘는다.

강수량이 적은 아열대

북, 남위 20°-30°의 아열대고기압지대이다. 년강수량이 200~500mm아래로서 매우 적다. 그러므로 이 지대(대륙내부, 대륙의 서해안지대)는 사막을 이루고있다.

강수량이 많은 온대

북, 남위 30°-60°사이로서 년강수량이 800~1 000mm정도이다.

강수량이 적은 한대

북, 남위 60°이상인 지대이다. 이 지대는 극고기압지대로서 년강수량이 250mm아래이다. 그러나 이 지대에서는 사막이 이루어지지 않는다.

[참고] 세계적인 강수량변화

지구온난화의 영향으로 어떤 지방에서는 강한 폭우와 장마로 큰물이 나는 반면에 어떤 지역에서는 심한 가물로 사막화가 촉진되고있다.

이상기후현상은 년강수량을 현저히 줄이는 방향으로 영향을 미치고있다.

특히 1996년-2001년의 6년사이에 우리 나라를 비롯하여 여러 지역에서 년강수량이 평균값아래로 적어져 물문제가 심각히 제기되였었다. 이러한 강수량변화를 비롯한 기후변동은 경제부문에 영향을 미치고있는데 특히 농업부문에서 그 영향을 심하게 받고있다. 그리고 전력생산부문에도 많은 영향을 주고있다.

이로부터 세계 많은 나라들이 물을 절약하고 물자원을 효과적으로 리용하는 방향으로 나가고있으며 새로운 인공강우기술을 개발하여 리용하기 위한 연구를 진행하고있다.

특히 일부 나라들에서는 주요강류역에는 농업용저수지를, 강으로부터 멀리 떨어진 곳에는 지하저수지를 대대적으로 건설하여 긴장한 물문제를 해결하고있다.

문 제

1. 한대지방은 비가 적게 오는 지대인데 왜 사막이 이루어지지 않는가?
2. 우리 나라에서 서해안지방은 왜 관개체계가 발달되였는가?
3. 비가 많이 오는 지대의 지형상특징은 무엇인가?
4. 우리 나라에서 강수량변동과 관련하여 어떤 자연개조사업을 진행해야 하는가?

제 4 절. 날씨와 기후

1. 날 씨

기온이 높은가 낮은가, 대기가 습한가 건조한가, 바람이 부는가, 비가 오는가 등은 어떤 순간의 대기상태이다. 이와 같이 어떤 순간의 대기상태를 날씨라고 한다.

날씨는 기온, 기압, 습도와 같은 상태량들에 의하여 규정된다. 그러므로 날씨는 그 지역에 어떤 성질을 가진 공기가 영향을 주는가에 따라 변한다.

기단과 전선, 고기압과 저기압 같은것이 그 지역의 날씨에 영향을 준다.

1) 기단에 의한 날씨변화

기단이란 성질(기온, 기압, 습도 등)이 거의 비슷한 대륙이나 대양크기의 공기덩어리를 말한다.

이러한 기단이 한 지방에 며칠동안 머물러있으면 거의 같은 날씨가 계속된다. 그러나 다른 기단이 그 지방에 영향을 미치면 날씨는 달라진다.

기단의 성질은 그것이 발생하는 지역에 따라 다르다. 즉 대륙에서 발생한 기단은 대륙성을 띠며 대양에서 발생한 기단은 해양성을 띤다.

우리 나라는 광대한 아시아대륙과 태평양에서 발생하는 기단들의 영향을 받는다. 즉 겨울에는 몽골과 씨비리지방에서 발생한 씨비리기단의 영향으로 차고 개인 날씨가 나타난다. 그리고 여름에는 적도지방과 태평양에서 발생하는 적도기단과 태평양기단의 영향으로 무덥고 흐린 날씨, 비가 오고 장마가 지는 등의 날씨가 나타난다.

최근 우리 나라 봄철날씨에 영향을 주는 황사현상은 몽골의 거비사막과 중국의 북부지방에서 발생한 기단의 영향과 관련된다.

2) 전선에 의한 날씨변화

기단은 한자리에 머물러있는것이 아니라 이동하면서 성질이 다른 기단과 만나게 된다. 이때 다른 기단과 접한 경계면이 생기게 된다.

이렇게 생긴 넓은 면적의 경계면이 땅걸면과 이루는 넓은 띠모양의 사귐구역을 전선이라고 한다.

전선의 길이는 수백~수천km이고 높이는 수km에 달한다.

온도의 특성에 따라 더운기단이 찬기단쪽으로 움직여갈 때 생기는 전선을 더운전선이라고 한다.

더운전선이 어떤 지방에 가까이 올 때에는 먼저 기온이 높아지며 하늘에 높은층구름인 비단구름, 비단층구름이 나타난다.

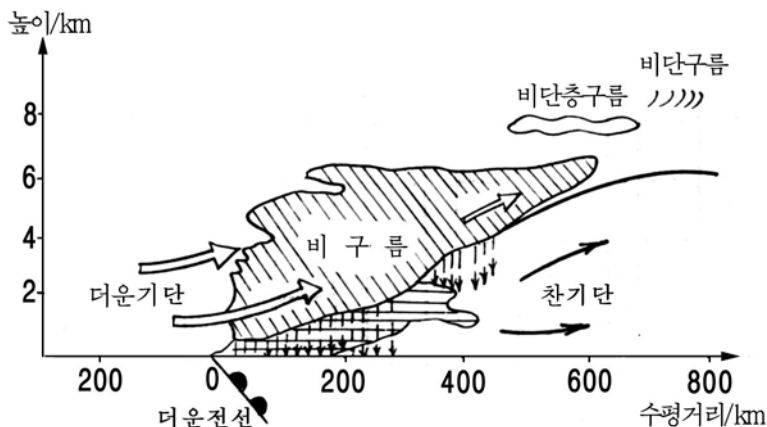



그림 4-10. 더운전선과 날씨

그것은 더운 공기가 찬 공기우로 미끄러져 올라갈 때 단열팽창되여 수증기가 응결되기때문이다.

전선앞에는 높은층구름, 층구름, 비구름이 차례로 생겨 비가 내리게 된다.

더운전선이 지나간 다음 날씨는 개인다.

찬전선은 찬기단이 더운기단쪽으로 이동할 때 생긴다.

찬기단이 더운기단쪽으로 움직일 때에는 찬기단이 쐐기모양으

로 더운기단밑으로 들어가면서 더운기단을 우로 올리민다. 이때 찬전선뒤에 비구름과 소낙구름이 생기면서 비가 내린다.

찬기단이 다가오면 그 지역의 기온이 낮아진다.

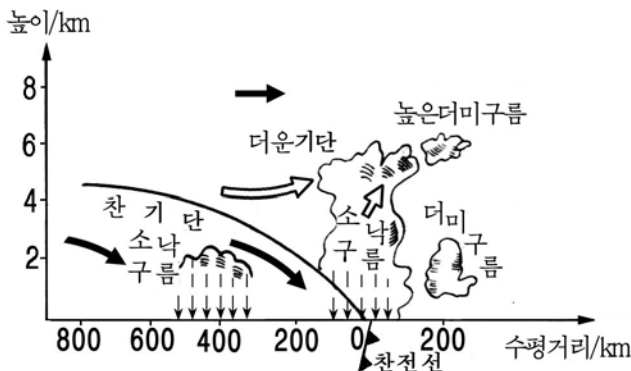



그림 4-11. 찬전선과 날씨

3) 저기압구역과 고기압구역에서의 날씨

저기압구역에서는 중심쪽으로 공기가 모여들며 이때 코리오리힘에 의하여 시계바늘이 도는 방향과 반대방향으로 회리가 생긴다.

저기압에는 열대저기압과 온대저기압이 있다.

우리 나라 여름철날씨에 영향을 주는 열대저기압으로서는 태풍이 있다. 태풍은 열대바다우(북위 10~15°)에서 생기므로 온도가 높고 매우 습하다.

태풍구역에서는 강한 소낙비와 40~60m/s의 센 바람이 분다. 태풍의 이동속도는 10~15m/s이다.

태풍의 이러한 특징은 인민경제 여러 부문에서 그로 인한 피해를 막기 위한 대책을 세울것을 요구한다.

농촌경리부문에서는 키가 작으면서도 소출이 많이 나는 종자를 육종해내며 해상운수부문과 수산부문에서는 태풍예보에 깊은 관심을 돌려 피해를 미리 막아야 한다.

고기압구역에서는 저기압구역과는 반대로 공기가 사방으로 흩어져나간다. 결과 바람이 세지 않으며 중심에서는 내리흐름이 생기므로 개인 날씨가 나타난다.

2. 기 후

1) 기후형성요인

기후란 한 지방에서의 구체적인 어느해를 찍지 않고 여러해동안 반복되여 전형적으로 나타나는 대기상태를 말한다. 즉 구체적인 어느해의 어느달, 어느날에 기온이 높은가 낮은가, 강수량이 많은가 적은가 하는 대기상태는 날씨라고 하지만 이것이 여러해동안 반복되여 나타나면 이때의 대기상태는 기후라고 하는것이다.

태양복사량, 대기순환, 바다와 륙지의 분포, 지형, 해류 등은 해당 지방의 기후를 형성하는 요인으로 된다.

태양복사량

매개 지방에서 기후를 형성하는 기본요인이다. 그것은 대기상태를 특징짓는 기온, 기압, 습도가 그 지방이 받는 태양복사량에 따라 달라지기때문이다.

태양복사량을 받는 정도는 위도에 관계되며 지구우에서 열대, 온대, 한대와 같은 기후대를 낳게 한다.

그러므로 어떤 지방의 기후를 알자면 우선 그 지방의 위도부터 알아보아야 한다.

대기순환

열과 습기를 재분배하는 대기순환도 해당지방의 기후를 형성하는 기본요인이다.

실례로 같은 태양복사량을 받는 같은 위도상의 아시아동쪽과 서유럽쪽가운데서 편서풍의 영향으로 열과 습기를 많이 받는 서유럽쪽의 기온이 높다.

태양복사량과 대기순환은 지구상에서 매개 지방의 기후를 형성하는 기본요인으로 된다. 그러나 두가지 요인이 꼭같이 작용하여도 기후가 서로 다르게 나타날 때가 있다. 이것은 보충적요인의 결과인것이다.

보충적요인으로서는 바다—륙지관계, 지형조건, 해류 등이 있다.

2) 기후변동과 기상개변

기후변동은 기후요소들(해비침, 기온, 습도, 바람, 강수량, 기압 등)이 종래의 규칙성을 벗어나 일시적으로 또는 장기적으로 심하게 차이나는 현상이다.

기후는 사람들의 생활과 밀접한 관계를 가진다. 기후가 사람들의 생산활동과 생활에 영향을 주는가 하면 사람들의 활동이 기후변화에 영향을 미치기도 한다.

최근 기온이 높아지는 현상, 자주 나타나는 황사현상, 강수량이 적어지는 현상 등 기후변동은 모두 사람들의 활동과 떼여놓고 생각할수 없다.

사람들은 자연환경속에서 살면서 자연부원을 채취하고 그것을 생명활동에 유리하게 리용하기 위한 여러가지 활동을 벌린다.

농업생산을 늘이기 위하여 수력발전용저수지, 관개용저수지를 많이 건설하면 일정한 령역에서 수역면적이 늘어나게 된다. 결과 기온의 하루변화와 한해변화, 대기습도가 종전과 차이나게 된다.

공업생산에서 연료, 동력문제해결을 위하여 진행하는 화석연료의 채취와 소비는 기후변동에 큰 영향을 미치고있다.

석탄연소를 통한 대량적인 이산화탄소의 배출은 대기속에서의 이산화탄소의 성분량한계를 심히 벗어나게 함으로써 온실효과가 초래되고있다.

사람들의 활동은 이와 같이 기후변동에 나쁜 영향을 줄수도 있으며 이것들은 인간자체에게 불리한 기상기후현상을 초래하기도 한다.

그러므로 불리한 기후변동에 대처하기 위해서는 그에 대한 연구를 심화시킬뿐아니라 적극적인 기상개변대책을 세워나가야 한다.

사람들은 기후변동을 유리하게 개변하기 위하여 여러가지 창조적활동을 벌린다.

기상개변이란 대기중에서 일어나는 물리적과정들과 현상들의 변화발전법칙을 파악한데 기초해서 기상현상을 단순히 예보하는 단계를 벗어나 불리한 기상현상을 인간의 자주적요구에 맞게 개조해나가는 활동을 말한다.

실례로 인공적으로 비를 오게 하는 인공강우, 강수억제, 우박방지, 구름, 안개의 소산 등은 불리한 기후변동에 대처하기 위한 기상개변대책들이다.

불리한 기후조건을 어떻게 극복하는가 하는 문제는 사회제도의 차이와 함께 과학기술의 발전수준에 많이 관계된다.

그러므로 과학기술을 빨리 발전시켜 불리한 기상기후현상들을 사람들의 의사와 요구에 맞게 조종해나가야 한다.

문 제

1. 더운전선이 다가오는 징조는 어떻게 나타나는가?
2. 태풍이 불 때에는 센 바람과 함께 소낙비가 내린다. 왜 그런가?
3. 지구온난화를 방지하기 위해서는 실제적으로 어떤 대책들이 필요한가?

제 5 장. 바다와 바다물의 운동

위대한 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《앞으로 인구가 자꾸 늘어나면 바다를 정복하고 바다의 무진장한 자원을 개발해야 잘 살수 있지 산골만 찾아다녀서는 얻을것이 그리 많지 못합니다.》

바다는 사람들의 생활에서 중요한 자리를 차지한다. 특히 세면이 바다로 둘러싸인 우리 나라에서 바다를 잘 알고 정복해나가는것은 매우 중요한 문제로 나선다.

제 1 절. 대양과 바다물의 성질

1. 대 양

1) 세계대양의 구성

세계대양이란 서로 비슷한 소금기조성을 가지는 물로 이루어진 련속적인 지구의 외각을 말한다.

세계대양은 대양, 바다(연해, 지중해, 만, 해협)로 이루어져있다.

대 양

대양은 대륙과 대륙사이에 있는 넓고 깊은 독립적인 수역이다. 대양들로서는 태평양, 대서양, 인디아양, 북빙양이 있다.

바 다

바다는 대양의 한 부분이다. 특징은 대륙으로 깊이 들어가있거나 섬들에 의하여 둘러싸여 대양과 경계된다는것이다.

바다는 연해와 지중해로 나눈다.

연해는 대륙의 변두리에 있는 바다로서 섬이나 반도에 의해 대

양과 경계된다. 우리 나라를 둘러싼 조선동해, 조선서해, 조선남해와 오호쯔크해는 모두 연해이다.

지중해는 대륙쪽으로 깊이 들어와있으면서 주변수역과 해협으로 이어진 바다이다. 발뜨해, 페르샤만, 지중해 등을 례들수 있다.

만은 대양과 바다로부터의 통로가 크게 닫기지 않고 륙지로 후미져들어가있는 수역이다. 동조선만, 서조선만, 함흥만, 메히꼬만 등을 들수 있다.

해협은 2개의 수역을 련결하는 좁은 물목을 말한다. 조선해협, 쯔가루해협, 베링그해협 같은것이 있다.

2) 대양의 위치, 크기

태평양

태평양은 우리 나라 기후와 해양상태에 큰 영향을 미친다.

태평양은 아시아대륙과 북아메리카 및 남아메리카대륙, 오스트랄리아대륙, 남극대륙으로 둘러싸인 지구상에서 가장 넓고 가장 깊은 대양이다.

태평양은 세계대양면적의 약 50%(1억 7 868만 4천km^2)를 차지하며 지구전체 겉면적의 35.2%를 차지한다.

태평양의 최대깊이는 11 022m이고 남북길이는 15 000km, 동서길이는 가장 넓은데서 19 000km이다.

태평양에는 조선동해, 조선서해, 조선남해, 중국남해, 오호쯔크해, 베링그해, 얼래쓰커만 등의 부속해가 있다.

대서양

대서양은 유라시아대륙과 아프리카대륙, 북아메리카대륙과 남아메리카대륙, 북빙양과 남극대륙사이에 남북방향으로 길게 놓인 대양이다.

면적은 세계대양면적의 25%(9 165만 5천km^2)이며 최대깊이는 8 742m이다.

대서양에는 지중해, 까리브해, 북해, 발뜨해, 메히꼬만 등의 부속해가 있다.

인디아양

인디아양은 태평양과 대서양사이에 놓인 대양으로서 북쪽에는 아시아대륙, 서쪽에는 아프리카대륙, 동쪽에는 인도네시아의 대쑨

다제도, 소쑨다제도와 오스트랄리아대륙이 있다. 그리고 남쪽에는 남극대륙이 있다.

면적은 세계대양면적의 21%(7 617만 4천km^2)이며 최대깊이는 7 209m이다.

인디아양에는 벵갈만, 아라비아해, 페르샤만, 홍해 등의 부속해가 있다.

북빙양

북빙양은 북극권안에 있으며 유라시아대륙과 북아메리카대륙, 그린랜드 등으로 둘러싸인 대양이다.

면적은 세계대양면적의 4%(1 469만 9천km^2)이며 최대깊이는 5 527m이다.

2. 바다물의 성질

1) 바다물의 온도

바다물은 태양복사와 막흐름열교환에 의하여 더워지거나 식는다.

태양복사에 의하여 더워지는 바다물의 깊이는 20~30m정도이다.

바다물의 온도변화는 륙지에 비하여 완만하다. 그것은 바다물의 비열이 흙이나 공기보다 크기때문이다. 또한 바다물의 막흐름, 뒤섞임현상으로 겉층의 열이 깊은 층까지 전달되기때문이다.

바다물의 온도변화는 주로 바다겉층에서 진행된다.

바다물온도가 갑자기 변하는 층을 경계로 제1비약층(6~10m)과 제2비약층(160~250m)이 나타난다. 이 비약층은 바다마다 다르다.

바다물온도는 바다내부운동은 물론 대기에도 영향을 준다.

바다물속에 있는 탄산염($CaCO_3$)량은 이산화탄소의 용해도와 관련되는데 그 용해도는 바다물온도의 영향을 받는다. 바다물온도가 높아지면 이산화탄소의 용해도는 작아져 과포화되여 탄산염이 침전된다. 이 침전물은 여러가지 원인에 의하여 생기지만 이렇게 바다물온도도 큰 영향을 미친다.

탄산염이 많이 침전되면 바다물속의 이산화탄소의 농도가 커지므로 이산화탄소가 대기에로 빠져나가거나 대기중의 이산화탄소를 바다가 흡수할수 없게 된다. 결과 대기중의 이산화탄소가 많아질수

있으며 온실효과가 더 증대될수 있다.

[참고] 대기중의 이산화탄소량을 조절하여주는 바다

바다의 탄산염용해능력은 대기중의 이산화탄소량을 크게 조절해준다.

세계적으로 매해 대기중으로 들어가는 탄소량은 5×10^9t으로 평가되고있다. 그가운데서 40%는 바다가 흡수한다.

바다는 대기권보다 60배나 더 큰 탄소보관고라고 말할수 있다. 만일 바다물속의 이산화탄소가 1%만 대기중으로 방출된다고 해도 그것은 1년간 전지구적으로 화석연료의 소비로 생기는 이산화탄소방출량과 같은것으로 된다. 그러므로 바다환경을 잘 관리하지 않는다면 그 조절능력이 제한되거나 없어질수 있다.

2) 바다물의 소금기와 밀도

바다물이 민물과 다른것은 단위질량속에 풀려있는 염성분이 민물보다 많은것이다. 즉 소금기가 큰것이다. 특히 바다물속에는 Na^+이온과 Cl^-이온이 민물보다 많이 풀려있다.

바다물이 맛(짠맛, 쓴맛)을 가지고있는것은 바로 염화나트리움, 염화마그네시움 등 여러가지 염성분들이 이온상태로 풀려있기때문이다.

바다물의 소금기는 모든 바다에서 다 같은것이 아니다. 바다물의 소금기를 높이는 기본요인은 증발이며 이밖에 얼음얼기도 영향을 준다.

바다물의 소금기를 낮추는 요인은 강수, 강물의 류입, 얼음풀이 등이다.

바다물의 소금기는 바다생물들의 활동에 영향을 준다. 바다생물들은 높은 삼투압에 견딜수 있도록 체액의 삼투압을 조절하는 기능을 가지고 생활한다. 소금기가 변하면 물고기들은 자기에게 알맞는 소금기를 찾아 이동하지만 조개류, 바다나물류 같은것은 이동하지 못하므로 소금기가 알맞지 않으면 죽고만다.

그러므로 물고기잡이와 바다가양식을 과학적으로 하자면 해당 바다의 소금기분포를 잘 알고 그에 맞는 방법을 적극 탐구하여야 한다.

바다물의 밀도는 소금기가 많아지면 커지고 온도가 높아지면 작아진다. 밀도가 커지면 어는 온도는 낮아진다. 따라서 바다물이 민물보다 낮은 온도에서 언다.

바다물의 밀도분포는 바다물의 운동상태를 알아낼수 있게 한다. 그것은 밀도차에 의해서도 해류가 생기기때문이다.

우리 나라 바다와 세계대양의 소금기(겉층)

바다이름	소금기/‰	대양이름	소금기/‰
조선동해	34	태평양	36.5
조선서해	32	대서양	37.9
조선남해	33	인디아양	36.5
		북빙양	35.0

제 2 절. 바다물의 운동

바다에서 진행되는 여러가지 복잡한 운동들(물결, 해류, 미세기, 해일 등)이 자연현상과 인민경제 여러 부문에 주는 영향은 실로 크다. 특히 세면이 바다로 둘러싸여있고 해안선이 긴 우리 나라에서 바다물의 운동을 깊이 연구하고 그에 대한 대책을 세우는것이 매우 중요하다.

1. 물 결

바다에 나가보면 흔히 물이 출렁이는 모습을 볼수 있다.

물결이란 바다걸면 혹은 바다물속에 작용한 어떤 힘에 의하여 생긴 진동이 바다물을 매질로 하여 퍼져나가는 현상을 말한다.

물결은 그 모양과 크기, 진동주기와 전파속도에 따라 특징지어진다.

물결에는 바람물결, 미세기물결, 지진물결 등이 있다.

우리가 자주 보게 되는 물결은 바람물결이다. 바람이 바다물걸면에 작용하면 접선응력이 생기는데 바람이 세게 불수록 그리고 오래 불수록 접선응력에 의하여 물결은 더 세게 일어난다.

미세기물결은 지구와 달사이의 끌힘에 의해 일어나는 물결인데 바다물면이 한 지역에서는 높아지고 다른 지역에서는 낮아진다.

지진물결은 바다밑에서 일어나는 지진이나 화산에 의하여 일어나는 물결이다. 지진물결은 물결가운데서 제일 높고 사납다. 실지

바다에서 일어나는 물결은 매우 복잡하며 물결높이와 물결길이가 서로 다른 수많은 물결이 동시에 일어난다.

바다가기슭에서 물결의 높이는 바닥지형에 관계된다. 즉 바다밑바닥에 골이 있으면 물결은 헤쳐지며 물결높이는 낮아진다.

반대로 언덕이 있는 곳에서는 물결이 모여들면서 물결높이가 높아진다.

2. 해 류

위대한 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《 … 해양조건이란것은 늘 변하는것이며 해류도 늘 변동하는것입니다. 이러한 변화에 따라서 정착어족의 서식상태에도 변화가 생길수 있는것이며 회유어족의 상태에도 변화가 생길수 있는것입니다.》

해류는 바다물운동의 주요내용을 이룬다. 해류는 늘 변하므로 해류의 변동상태를 깊이 연구하는것은 어장변동을 정확히 장악하고 물고기잡이를 과학화하는데서 매우 중요하다.

해류는 여러가지 원인에 의하여 일어난다.

해류를 일으키는 가장 기본적인 원인은 바다면에 대한 바람의 작용이고 다른 하나는 바다물밀도의 차이이다.

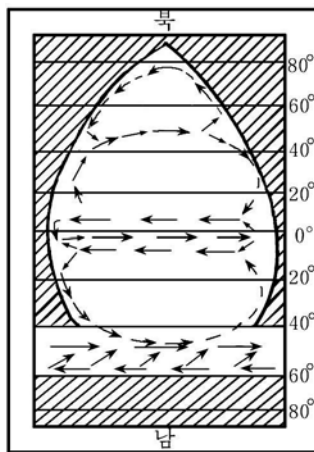
바다물면에 바람의 쓸림힘이 작용할 때 생기는 해류를 풍성류라고 한다. 인디아양에서 부는 북동무역풍이나 남동무역풍은 그에 따르는 해류를 일으킨다.

바다물의 밀도차에 의하여 생기는 해류를 밀도류라고 한다.

또한 바다한쪽의 수위가 낮아졌을 때 그곳으로 해류가 흐르는데 이것을 보상류라고 한다.

바다마다 자기의 고유한 특성에 따라 여러가지 해류체계를 이룬다.

그림 5-1. 해류의 대순환체계

열대지방에서는 무역풍에 의하여 동쪽에서 서쪽으로 큰 해류가 생기는데 이 흐름은 대륙의 동쪽기슭에 부딪쳐 두 갈래로 갈라진다. 일부는 서쪽에서 동쪽으로 흐르고 대부분은

중위도지방으로 흐른다.

이 흐름은 위도 40°부근에서 편서풍의 영향으로 서쪽에서 동쪽으로 흐른다.

중위도지방의 대양동쪽에서는 저위도방향으로 보상류가 흐른다.

결과 하나의 닫긴 순환체계를 이룬다.

북위 40°부근의 대양동쪽에서는 고위도지방으로, 고위도지방에서는 대양의 서쪽기슭을 따라 중위도지방으로 흐르는 또 하나의 순환체계가 있다.

그러므로 북반구의 대양에서는 두개의 순환이, 남반구에서는 하나의 순환이 이루어진다.

해류는 대체로 바람체계의 영향을 받는데 이 바람체계와 전혀 다른 해류도 있다.

실례로 대양의 서쪽기슭에 강한 해류(북서태평양해류, 골프스트림)가 있다. 이것은 코리오리힘이 위도에 따라 다른것과 관련된다.

3. 미세기

위대한 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

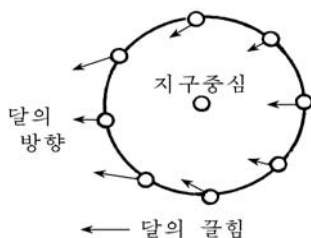
《해류, 조수 등에 대하여서나 바다의 자원에 대하여 누구든지 상식적으로 알도록 교육하여야 합니다.》

미세기현상은 바다면이 주기적으로 오르내리는 현상이다. 이 현상은 주로 지구와 달사이의 끌힘에 의하여 생긴다.

만유인력법칙에 따라 서로 당기고있음에도 불구하고 지구와 달사이의 거리가 줄어들지 않고 보존되는것은 달이 지구를 끌어당기는 전체 끌힘과 지구가 지구-달계의 공동질량중심주위를 돌 때 작용하는 전체 원심힘이 비기기때문이다.

지구우의 매 지점에서 달이 끌어당기는 힘은 달로부터의 거리, 방향이 같지 않으므로 서로 다르다. 즉 달쪽의 반구에서는 끌힘이 크고 그 반대쪽에서는 작다.

그림 5-2. 지구우에서 달의 끌힘의 방향

지구의 질량은 달의 질량의 81.53배이고 지구-달사이의 거리는

지구반경의 60.25배정도이다.

따라서 지구-달계의 공동질량중심은 달중심과 지구중심을 련결한 직선우에 놓이며 지구중심으로부터 지구반경의 약 0.73배 되는 지구내부에 있게 된다.

이 공동질량중심을 도는 지구의 물알갱이들은 원심힘의 작용을 받는다. 크기는 지구의 어디서나 같으며 방향은 달과 반대방향이다.

기조력이란 바로 달의 끌힘과 원심힘의 합이다. 이 기조력에 의하여 지구의 매 지점에서의 미세기현상이 일어난다.

달쪽의 지구반구에서는 달의 끌힘이 원심힘보다 크므로 물이 달쪽으로 끌리여 밀물이 생긴다. 반대로 달의 반대쪽 지구반구에서는 원심힘이 끌힘보다 크므로 물이 달의 반대쪽으로 끌려가 밀물이 생긴다. 밀물과 밀물이 나타나는 중간에서는 썰물이 생긴다.

그러므로 지구우에서는 밀물과 썰물이 각각 두곳에서 동시에 나타난다. 매일 같은 무렵에 나타나는 밀물(썰물)의 출현시간은 약 50분씩 늦게 나타난다. 또한 참물높이와 감물높이도 매일 달라지는데 대체로 반달을 주기로 변한다.

4. 해일

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《무엇보다도 해안을 잘 꾸려야 하겠습니다. 해안은 공장과 도시의 버림물, 해일에 의한 피해를 막고 해안자원을 개발리용하며 나라를 보위하는데 보다 유리하게 꾸려야 합니다.》

해일현상은 물결처럼 자주 일어나지 않지만 그 파괴력이 대단히 크다. 그러므로 해일의 특성을 파악하는것은 해안을 보호하고 해상활동을 안전하게 진행하는데서 중요한 의의를 가진다.

해일이란 폭풍이나 지진, 화산폭발에 의하여 바다물면이 갑자기 정상물면보다 50cm이상 높아지는 현상이다.

해일은 발생원인에 따라 기상해일(폭풍해일), 지진해일로 나눈다.

기상해일은 주로 열대저기압에 의하여 발생한다. 열대저기압이 바다우를 지나가면 그 바다물면이 우로 들리우며 저기압권의 센 바람에 의하여 들리운 물은 일정한 방향으로 몰려 물기둥을 형성하는데 물깊이가 얕을수록 커진다.

조선서해안과 같이 미세기가 잘 나타나는 바다가에서 해일이 사리만조와 시간적으로 일치할 때, 장마로 인한 큰물이 일어날 때 바다물면이 굉장히 높아지게 되며(4~5m) 이때 파괴력이 대단히 커질수 있다.

어떤 지점에서 해일높이의 크기는 바람속도, 중심기압, 기압경도 등에 따라 규정된다.

지진해일은 지진, 화산폭발, 사태, 붕락, 수중핵폭발 등에 의하여 일어나는 특별히 큰 이상물결의 하나이다.

지진해일이 바다가에 접근하면서 물결이 집중되고 겹치면서 그 높이가 10m이상, 최고 40m까지 이른다.

해일피해를 막기 위해서는 해안방조제, 방파제, 수로와 갑문 등 보호시설물들과 배수시설도 설치하여야 한다. 또한 해일을 신속히 예보하는것이 중요하다.

문제

1. 조선동해안에서 미세기차는 20cm미만인데 조선서해안에서는 3m 이상이다. 그 원인은 무엇인가?
2. 조선서해안지대에서 해일피해를 많이 받을수 있는 해양지리적조건은 무엇인가?

제 6 장. 환경보호

제 1 절. 환경문제와 환경보호

1. 환경문제의 본질

자연을 정복하고 개조하기 위한 사람들의 활동은 주위세계와의 밀접한 련관속에서 진행된다.

사람들은 생활에 필요한 원료, 연료, 영양물질 등을 자연을 통하여 얻어낸다.

한편 사람을 둘러싸고있는 공기와 물, 토양, 동식물 등은 사람들의 생활과 생산활동에 유리하게 또는 불리하게 영향을 미친다.

자연환경이란 이와 같이 사람이나 혹은 동식물의 생활에 영향을 주는 해빛, 공기, 물, 토양, 광물, 생물과 같은 주위의 자연조

건과 자연부원을 말한다.

사람을 둘러싸고있는 자연환경은 자연적으로 그리고 사람의 활동에 의하여 부단히 변화된다.

자연환경은 사람의 활동에 의하여 유리하게 변화될수도 있지만 때로는 불리하게 변화될수도 있다.

자연환경이 변화되여 인류의 생활과 생산에 해로운 영향을 주며 지어는 인류의 생존까지도 위협하는 각종 문제들이 나타나는것을 환경문제의 발생이라고 한다.

환경문제는 자연적인 요인에 의하여 발생하기도 하지만 현시기 세계적인 환경문제는 대부분 인구의 급격한 증가, 생산의 급속한 장성을 비롯하여 사람들의 활동과 관련하여 초래되였다.

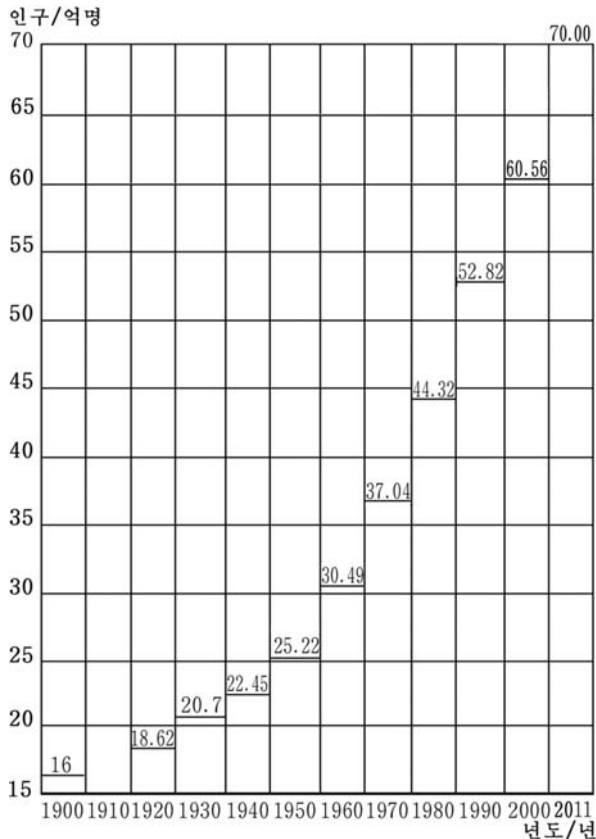



그림 6-1. 세계인구장성도표

최근에 세계적으로 인구가 급격히 늘어나고 공업이 빨리 발전함으로써 물질과 에네르기소비가 늘어난 결과 인간과 자연환경과의 조화가 파괴되고 엄중한 환경문제들이 제기되고있다.

환경문제를 발생시키는 인위적요인들은 주로 다음과 같다.

① 자원을 불합리하게 리용하는것

산림을 람벌하고 야생동물을 마구 잡으면 자연계의 생태평형이 파괴된다.

산림과 풀밭을 지나치게 부침땅으로 개간하면 토지가 사막화된다.

지하수를 지나치게 많이 뽑아쓰면 지하수위가 내려가서 지반이 내려앉는다.

인체에 해로운 수은, 연, 카드미움, 비소, 방사성원소 등을 채굴할 때 나오는 버림물을 제대로 처리하지 않고 버리면 환경이 오염된다.

② 사람이나 동식물에 해로운 물질을 망탕 배출시키는것

생산활동과정에 나오는 유해가스, 버림물, 공업페기물과 생물유기체에 해로운 농약이 들어있는 농업퇴수를 정화처리하지 않고 되는대로 대기, 강과 호수, 바다, 토양속에 배출시키면 환경이 오염되며 오염된 환경속에서 자란 농작물이나 물고기를 리용하여 만든 식료품은 사람들의 건강에 해를 끼친다.

③ 도시인구가 늘어나는것

도시에 인구가 지나치게 집중되고 도시의 규모가 커지면 그에 따라 쓰레기, 오수, 소음, 배기가스 등이 많아지고 교통이 복잡해지는 등 도시환경문제가 제기된다.

이밖에도 환경문제를 악화시키는 인위적요인들은 많다.

현재 인간이 자연을 불합리하게 리용하는것으로 하여 생기는 환경오염과 환경파괴는 날이 갈수록 더욱 심각한 문제로 제기되고있다.

오늘 환경문제는 세계 모든 나라들에서 관심하는 문제로 되고있으며 인류의 생존과 사회의 발전을 위해 반드시 해결하여야 할 문제이다.

2. 환경보호

위대한 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《환경보호사업은 사람의 생존과 활동에 유리한 자연환경을 유지하고 보존하며 불리한 자연환경을 유리한 자연환경으로 개조하는 사업입니다.》

환경보호란 사람들의 주위를 둘러싸고있는 공기와 물을 비롯한 자연환경의 질을 개선시킴으로써 자연환경을 사람들의 건강과 활동에 유리하게 유지보존하고 개조하는 여러가지 사업을 말한다.

환경보호사업에는 사람들이 집단적으로 진행하는 자연개조사업, 환경보호를 위한 과학기술활동, 사상교양, 감독통제사업 등이 포함된다.

환경보호에서는 자연재해에 의한 피해보다도 사람들의 활동에 의해 자연자원이 량적으로 지나치게 많이 채취리용되는것, 인공적인 오염물질에 의해 자연환경의 질이 악화되는것을 막는데 주되는 관심을 돌리고있다.

위대한 수령님과 위대한 장군님께서는 세상에서 가장 우월한 환경보호정책을 제시하시고 그 실현을 위한 여러가지 조치들을 취해주시여 인민들이 공해가 없는 깨끗하고 문화적인 환경속에서 살며 일하도록 하여주시였으며 나라의 재부가 끊임없이 늘어나고 인민들이 더 좋은 생활환경을 보장받으며 후대들에게도 아름답고 풍요한 락원을 물려줄수 있게 하여주시였다.

[참고]

① 유엔환경계획(UNEP)

세계적인 환경보호기구로서 1973년 1월에 조직되여 케니아의 수도 나이로비에 집행리사회를 두고 사업하고있다. 여기에는 우리 나라를 비롯하여 백수십개 나라가 망라되여있다. 이 기구에서는 통보연구쎈터를 중심으로 대기 및 해양오염 등 지구적인 규모의 환경오염문제와 사막화현상, 열대림자원감소 등 자원보호문제들을 해결하기 위한 활동을 진행하고있다.

② 환경과 개발에 관한 세계위원회(WCED)

환경분야의 국제기구이다. 노르웨이수상이였던 부룬트란드의 주관하에 1984년 5월에 창설되였다.

유엔환경특별위원회 또는 부룬트란드위원회라고도 하는데 세계의 이름있는 학자, 정치가 22명으로 구성되였다. 이 위원회에서는 21세기를 지향한 《우리의 공동의 미래》라는 세계환경문제에 관한 문건을 작성하여 유엔에 제출하였다. 문건에는 현시기 세계가 직면하고있는 환경문제들이 전면적으로 개괄되여있으며 자연생태계를 파괴하지 말데 대한 전략적리념과 환경정책의 기본내용들이 지적되여있다.

③ 그린피스(GREEN PEACE)

1970년 세계 여러 나라의 환경보호운동들이 조직한 국제적인 환경보호단체이다. 이 단체는 열핵전쟁을 반대하고 평화를 수호하며 환경오염을 방지하는것을 자기의 행동강령으로 하고있다.

세계 여러 나라들에 30여개의 대표부와 출장소를 두고있으며 백수십만명의 환경보호단체회원을 망라하고있다.

핵무기를 철폐하고 핵시험을 반대하는 토론회와 반핵운동을 자주 조직하고있는데 특히 미제의 유독성물질방출과 핵전쟁책동을 반대하는 운동을 힘있게 벌리고있다.

제 2 절. 자연의 정화작용과 환경오염

1. 자연의 정화작용과 생물농축

사람은 생활과정과 생산활동과정에 배설물과 여러가지 연기, 먼지, 유해가스, 버림물을 내보낸다. 동물도 여러가지 찌끼와 배설물을 내보낸다.

이러한 유해물질들이 계속 축적되면 자연환경이 어지러워진다. 그러나 유해물질들은 계속 쌓이는것이 아니라 자연환경속에서 순환하면서 없어지거나 농도가 낮아짐으로써 어지러워진 자연환경은 저절로 깨끗해진다. 이러한 현상을 자연의 정화작용 또는 자연정화라고 한다.

자연의 정화작용은 세가지 형태로 진행된다.

물리적정화

오염물질들이 희석, 확산, 침전, 려과와 같은 물리적과정을 통하여 그 농도가 낮아지는 현상을 말한다.

실례로 굴뚝에서 나오는 연기속의 오염물질들은 멀리 퍼져나가면서 일부는 땅에 떨어진다. 결과 연기속의 오염물질농도가 낮아진다. 그리고 물속에 들어온 오염물질은 흐름을 따라 퍼져나가거나 가라앉으면서 농도가 낮아진다.

화학적정화

오염물질들이 용해, 응집, 흡착, 산화 및 환원 등 화학적과정을 통하여 제거되는 현상을 말한다.

실례로 역한 냄새가 나는 버림물이 강이나 호수에 흘러들면 버

림물속의 오염물질이 물속의 산소와 산화반응하면서 냄새와 독성이 없어질수 있다.

생물학적정화

생물의 작용을 통하여 자연환경이 맑아지고 깨끗해지는 현상이다.

실례로 물살이식물인 풍옥란은 질소화합물, 린화합물, 기타 오염물질들을 제거하여 오염된 물을 깨끗하게 한다.

생물학적정화에서는 미생물, 떠살이생물, 물고기류 등 물속에서 사는 생물과 땅우에서 사는 미생물, 토양동물, 식물이 중요한 역할을 한다.

자연계에서 이러한 정화과정들은 따로따로 진행되는 경우는 드물고 보통 밀접한 련관속에서 동시에 련속적으로 진행된다.

오염물질들은 자연정화에 의해 농도가 낮아지기는 하지만 어떤 오염물질들은 생물의 먹이사슬을 따라 이동하면서 생물의 체내에서 그 농도가 높아진다. 이것을 생물의 농축작용 또는 생물농축이라고 한다.

실례로 굴은 동, 해파리는 아연, 석, 연, 바다말과 해면은 요드, 우릉성이는 바나디움, 방산충은 스트론티움을 체내에 농축한다.

체내에 오염물질을 농축한 생물이 먹이사슬을 따라 다른 생물에게 먹히우면 잡아먹은 생물의 체내에서 오염물질의 농도는 먹히운 생물의 체내에서의 농도보다 보통 10～100배 지어 수천배로 높아진다. 먹이사슬의 높은 단계에 있는 사람에게 있어서는 그 농도가 환경농도의 수만배로 되여 중독현상이 발생한다.

생물농축을 통하여 사람의 몸에 해로운 영향을 크게 미치는 물질들은 핵분렬생성물질들인 ^{90}Sr, ^{137}Ce, ^{60}Co, 중금속들인 Cd, Hg, 염소제농약인 BHC(헥사클로로벤졸), 잘 분해되지 않는 유해물질인 PCB, 원자력발전소에서 방출되는 방사성물질 등이다.

지금 자본주의나라들에서 성행하는 공해병들은 대부분 생물농축을 거쳐 일어난 사회적질병들이다.

2. 환경오염과 공해

자연의 정화작용에는 한계가 있다.

자연환경속에 오염물질이 빠른 속도로 흘러들거나 자연의 힘에 의해서는 분해되지 않는 오염물질들이 계속 쌓이게 되면 자연환경은 그것을 전부 정화시키지 못한다. 자연정화되지 못한 오염물질들

은 시간이 지남에 따라 많아져 결국은 허용한계를 벗어나 환경오염현상이 발생한다.

인위적으로 초래된 환경오염이 심하여 사람들의 건강과 문화정서생활, 동식물의 생활과 생존에 엄중한 영향을 미치는 현상을 공해라고 한다.

자본주의나라들에서는 환경을 파괴하는 공해로 하여 수많은 사람들이 고충을 겪고있다.

[참고]

① 미나마다병

이 병은 세계에서 처음으로 알려진 수은공해병으로서 일본의 미나마다만지역에서 발생하였다.

수은을 함유한 버림물이 강을 따라 만지역에 흘러들고 만지역의 떠살이생물이 그것을 흡수하였는데 그다음 그것을 먹은 물고기의 살속에 수은이 굉장히 농축되였다.

미나마다병은 이와 같이 높은 농도의 수은을 함유한 물고기를 먹은 사람에게서 발생하는데 이 병에 걸리면 처음에는 걸음걸이가 바르지 못하고 얼굴에 종처가 생기며 점차 귀가 메고 눈이 멀며 전신마비가 온다. 마지막에는 신경마비에 걸려 죽는다.

② 런던안개사건

1950년대초 런던은 700만의 인구를 가진 대도시로서 이곳에는 자동차, 비행기, 금속, 화학, 경공업공장들이 집중되여있었으며 도시주민들은 석탄을 연료로 하고있었다. 공장과 가정들에서 나온 석탄연기와 류황산화물, 먼지 등이 서로 혼합되고 반응하여 노란색의 유독성안개를 형성하였다.

이 연기안개에 의하여 시민들속에서 기침, 머리아픔, 구토증상이 나타나고 4일동안에 4 000여명이 죽는 참사가 빚어졌다.

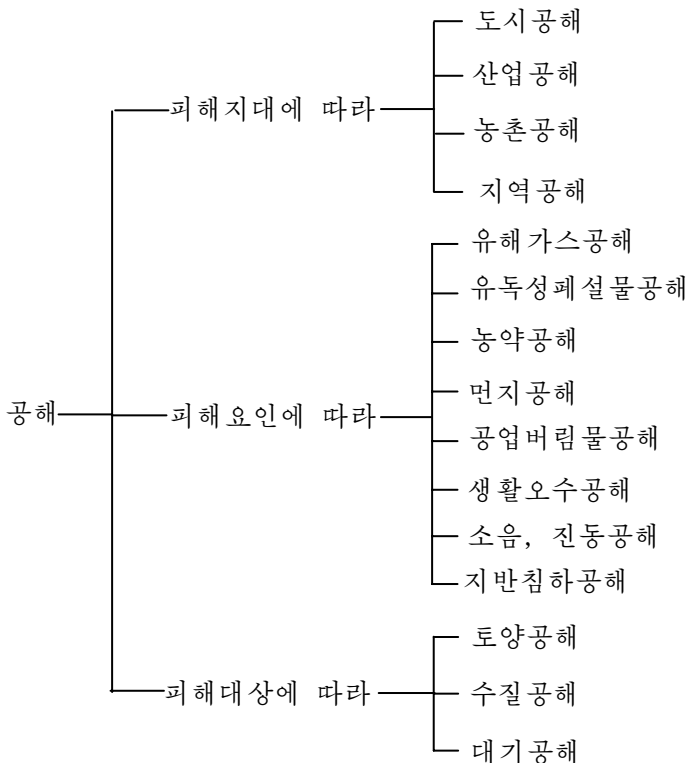
공해는 여러가지 요인들이 종합적으로 작용하여 일어나지만 몇가지 류형으로 갈라볼수 있다.

공업생산력이 미약하였던 자본주의이전시기에는 공해현상이 거의나 없었다.

공해현상은 자본주의나라들에서 공업생산의 규모가 커지고 자원과 에네르기소비가 방대해지면서 그에 따라 유해물질방출량이 많아진것으로 하여 생겨났다.

그리고 당면한 리윤추구에만 눈이 어두워 공해를 막기 위한 아무런 대책도 세우지 않은 결과 공해현상은 더욱 심각해졌다.

공업이 아무리 발전하여도 공장, 기업소들에서 공해방지대책을 철저히 세우면 공해는 얼마든지 막을수 있다.

자본주의사회에서는 자본가들이 리윤을 가져다주지 않는 공해방지사업에 투자를 하지 않으므로 결국 공해현상을 없앨수 없다.

위대한 수령님과 위대한 장군님께서는 공해를 미리막기 위한 사업을 인민들에게 보다 위생문화적인 생활환경과 로동조건을 마련해주며 후대들에게 더없이 귀중한 만년재보를 물려주는 중요한 사업으로 보시고 환경보호사업을 현명하게 령도하시였다.

오늘 우리 나라의 강과 호수, 대기와 산림을 비롯한 자연환경은 오염으로부터 철저히 보호되여 우리 인민은 공해라는 말조차 모르고 행복한 생활을 누리고있다.

문제

1. 자연의 정화는 어떤 형태로 진행되는가?
2. 생물농축과 먹이사슬을 통하여 사람의 건강에 해를 끼치는 현상을 실례들어보아라.
3. 환경오염과 공해라는 말은 같은 뜻을 담고있는가? 그 차이를 설명하여라.

제 3 절. 대기오염과 보호

대기는 모든 생물체들의 생존에서 없어서는 안될 자연환경요소의 하나이다.

사람은 하루에 15～20m^3의 공기를 호흡한다. 공기를 5분간만 호흡하지 못해도 사람은 죽을수 있다.

대기는 사람의 생존뿐아니라 산소와 비료생산을 비롯한 공업생산에도 중요하게 리용된다.

이러한 대기가 오늘 오염으로 하여 심각한 사회적문제로 제기되고있다. 그러므로 대기환경을 보호하기 위한 사업을 잘하여 인민들의 건강을 보호하고 그들에게 보다 위생문화적인 생활조건을 마련해주는것이 중요한 문제로 나서고있다.

1. 대기오염과 그 피해

대기속에 유해물질이 들어가면 대기성분이 변질되면서 대기가 오염된다.

대기오염은 화산폭발이나 산불, 황사와 같은 자연적인 요인에 의해 일어나기도 하지만 공업이 발전하고 교통수단이 늘어남에 따라 거기에서 나오는 해로운 가스와 먼지 등에 의하여 일어나는것이 더 큰 문제로 된다.

공장, 기업소들에서 원료채취와 가공, 연료의 연소과정에 많은 량의 먼지와 연기, 유해가스가 나온다.

※ 하루에 2만t의 석탄을 때는 화력발전소에서는 매일 700t의 아류산가스, 삼산화류황을 내보내며 제진효률이 높은 경우에도 200t의 질소산화물과 100~200t의 고체알갱이를 내보내고있다.

금속공장들에서는 일산화탄소, 아류산가스, 먼지와 같은 대기오염물질이 나온다. 원유정제 및 원유화학공장, 세멘트공장들에서도 많은 대기오염물이 생긴다.

자동차, 비행기, 선박 등 교통운수수단의 배기가스는 대기오염의 주요원천이다. 배기가스정화장치를 설치하지 않은 자동차에서는 탄화수소와 일산화탄소, 질소산화물의 거의 전부가 배기관으로 나온다. 자동차배기가스속에는 연화합물도 섞여있다.

이밖에 석탄이나 나무를 때는 살림집들의 굴뚝에서도 연기와 먼지, 일산화탄소, 아류산가스 등 대기오염물질이 나온다.

대기속의 이산화탄소농도의 증가

년도/년	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990
농도/ppm	316.6	316.6	316.6	320.0	325.5	331.1	338.7	345.9	346.6	348.7	351.3	352.8	354.1

일차적으로 대기속으로 들어간 오염물질들은 자기들끼리 혹은 정상대기성분과 화학반응을 일으키거나 태양복사에 의한 빛화학반응을 일으켜 물리화학적성질이 다른 새로운 대기오염물질로 변화된다. 이렇게 형성된 류산안개, 오존과 같은 2차오염물질들은 그 독성이 1차오염물질보다 훨씬 강하다.

맑은 공기가 오염되여 그 성질이 변하면 사람의 건강에 피해를 주며 동식물의 생활과 여러 물체들에 영향을 준다.

대기속의 오염물질은 호흡기, 음식물, 먹는물, 피부 등을 통하여 사람의 몸안에 들어가 급성중독, 만성중독, 발암작용 등으로 사람의 건강에 피해를 준다. 특히 아류산가스와 떠도는 먼지는 호흡기질병, 이산화질소는 기관지염, 불화물은 코점막출혈을, 3,4-벤즈피렌이라는 물질은 페암을 일으킨다.

식물의 성장에 비교적 큰 피해를 주는 대기오염물은 아류산가스, 불화물, 빛화학연기안개이다.

아류산가스는 밀, 보리, 목화, 콩, 배나무, 이깔나무에, 불화물은 강냉이, 사과, 살구에, 오존, 질소산화물과 같은 빛화학연기안개는 담배, 가지, 고구마, 락화생, 밀, 보리, 사과, 포도 등에 큰 피해를 준다.

대기오염물질은 금속, 칠감, 도금, 가죽, 종이, 섬유, 고무제

품들과 건축물 등도 손상시킨다. 례를 들면 아류산가스와 산성안개는 금속겉면, 종이제품, 천, 가죽제품을 부식시키며 각종 칠감의 색을 변화시킨다.

빛화학연기안개는 고무의 균렬과 로화를 촉진시키고 도금층을 부식시킨다.

〔참고〕

① 지구온난화

대기중에 포함된 이산화탄소는 식물의 호흡, 바다물에 의한 용해와 방출 등으로 순환하면서 대기중에서 농도가 318ppm으로 안정되여있었다. 그런데 최근에 대량적인 화석연료의 연소와 산림의 감소로 하여 이산화탄소의 농도가 늘어나 1990년에 이미 354ppm수준을 넘어섰다.

이산화탄소는 태양으로부터 오는 빛은 그대로 통과시키지만 지구겉면으로부터 복사되는 적외선은 흡수하여 열이 대기밖으로 나가지 못하게 한다. 그리하여 대기온도가 계속 높아지고 기후가 변화되고있다.

지구온난화의 후과로 하여 산림이 파괴되고 부침땅이 건조해지며 사막화가 심해져 황사현상과 같은 재해성기상기후현상이 더욱 빈번해지고있다. 또한 바다물면이 높아져 해변가의 주민지대와 시설물, 부침땅이 물에 잠기고 많은 섬들이 자취를 감추고있다.

② 오존층의 파괴

오존층은 주로 전자요소의 세척, 랭동기의 랭매로 쓰이는 프레온가스에 의해 파괴되고있다. 프레온은 지금으로부터 60여년전에 발명되였는데 1990년대에 들어와 그 사용량이 년간 130만t이상에 달하였다. 프레온분자 1개는 수만개의 오존분자를 파괴한다고 한다.

오존층은 파장이 짧은 자외선을 흡수하여 지구상의 생물을 보호해주고있다. 그런데 오존층이 파괴되여 오존층이 얇아지고 남극대륙상공에서와 같이 오존층에 구멍(오존이 없는 구역)이 생김으로써 식물의 생육과 사람들의 건강에 막대한 피해를 주고있다.

2. 대기환경보호

대기환경을 오염으로부터 보호하자면 우선 공업배치를 합리적으로 하여야 한다.

공업을 집중시키지 말고 분산배치하여 오염물질의 희석과 확산

에 유리하게 해야 한다. 그리고 지형과 바람방향과 같은 자연조건을 충분히 고려하여 오염물질의 희석, 확산이 유리한 곳에 공장, 기업소의 위치를 선정해야 한다.

대기환경을 보호하자면 다음으로 먼지와 유해가스처리를 잘해야 한다.

태양열, 메탄가스를 비롯한 오염이 없거나 적은 에네르기자원을 적극 탐구하여 리용해야 한다.

교통수단들에 배기가스정화장치를 받아들이며 교통수단을 궤도전차화, 무궤도전차화, 전기자동차화하는 방향으로 나가야 한다. 또한 살림집들의 중앙열난방화, 전기난방화를 실현하여야 한다. 유해가스를 많이 내보내는 공장, 기업소들에서 앞선 기술을 받아들여 유해가스속의 오염물질을 극력 줄여야 한다.

대기환경을 보호하기 위한 중요한 방도는 록화사업을 잘하는것이다.

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《록화혁명을 하여야 도시를 아름답고 문명하게 꾸릴수 있으며 인민들에게 문화정서적인 생활환경을 마련하여줄수 있습니다.》

록화사업을 잘하는것은 대기오염을 막고 근로자들에게 문화정서적인 생활환경을 마련해주기 위한 중요한 방도의 하나이다.

식물은 오염된 대기를 깨끗하게 정화한다. 식물은 대기중에서 이산화탄소와 아류산가스를 비롯한 유해가스를 흡수하고 산소를 내보내며 먼지를 잡아 대기를 신선하게 한다.

※ 1정보의 넓은잎나무림은 한달에 70~80t의 먼지를 잡는다. 또한 지구상의 식물은 한해에 지구전체적으로 방출되는 이산화탄소 850만t중에서 300만~350만t이나 흡수한다.

무성한 나무숲은 소음을 막는 작용도 한다. 그러므로 산에 나무를 많이 심어 산림을 울창하게 하고 도시와 산업지구들에 록지를 조성하는 일은 자연풍치를 아름답게 할뿐아니라 대기를 정화하는 좋은 방도로 된다.

〔참고〕 황사현상

황사란 몽골의 건조한 지역과 몽골알타이산줄기의 동쪽, 거비시막과 중국의 북서부지역에서 부석부석한 누런 먼지가 세찬 바람에 휘말려 이동하는 현

상을 말한다.

황사가 생기는 원인은 우에서 지적한 지역에 오래동안 비가 오지 않은데다가 이 지역에서 강한 저기압이 형성되면서 지상의 먼지를 돌개바람형식으로 대기상층으로 끌어올려 그것이 서풍기류를 타고 동쪽으로 이동하는데 있다.

황사먼지는 우리 나라와 일본을 거쳐 태평양상에 있는 하와이제도와 얼래쓰커 등 광활한 지역으로 이동한다.

황사는 세계 여러 나라들의 자연환경을 파괴하고있다. 그리고 사람들의 건강과 동식물들의 생활, 높은 정밀도와 맑은 공기를 요구하는 기계들과 콤퓨터에 피해를 준다.

황사피해를 막자면 황사예보사업을 잘하는것과 함께 산림, 풀판을 많이 조성하고 물자원과 관개시설을 늘이는것이 필요하다.

문제

1. 지구적인 범위에서 대기속의 이산화탄소농도가 높아지면 어떤 현상이 일어나겠는가?
2. 우리들의 생활에서 대기환경을 오염시킬수 있는 요소들을 찾고 그 후과에 대하여 이야기하여라.
3. 대기오염을 막기 위한 방도는 무엇인가?

제 4 절. 물오염과 보호

지구상의 물은 대기와 륙지, 바다를 순환하면서 사람들과 생물의 생존을 보장해주고있다.

사람의 몸은 질량상으로 65～70％이상이 물로 되여있으며 하루에도 2～3L의 물을 소비한다. 사람의 몸에서 물이 몸질량의 7~14％만 빠져나가도 생명이 위급하다.

물은 또한 나라의 귀중한 자원으로서 인민경제 모든 부문에서 쓰이고있다.

최근년간 공업의 발전과 농업의 집약화, 도시규모의 확장 등으로 하여 물자원에 대한 질적 및 량적요구가 높아지고있지만 여러가지 형태의 물오염으로 하여 그 수요를 제대로 충족시키지 못하고있다.

우리 나라는 자연지리적특성으로 하여 강수량과 물자원이 지역적으로나 계절적으로 고르지 못하게 분포되여있으며 많은 물이 먹는물과 공업용수, 관개용수로 리용되고있는 조건에서 물환경을 보호하는데 특별한 관심을 돌려야 한다.

1. 물오염과 그 피해

자연계의 물가운데서 사람의 생활과 밀접한 관계를 가지는것은 강하천물과 호수물, 지하수와 같은 민물이다.

정화처리되지 않은 오염물질이 강하천과 호수, 지하수로 흘러들면 자연정화에 의해 오염농도가 어느정도 떨어지지만 높은 농도의 오염물질이 빠른 속도로 흘러들면 자연정화능력을 초과하여 물오염현상이 나타난다.

물은 땅속에 묻힌 어떤 암석의 해로운 성분이 풀려 오염되기도 하지만 기본은 사람의 활동과 관련하여 오염된다.

공장, 기업소들에서는 생산과정에 여러가지 공업버림물을 내보낸다. 광산과 탄광의 갱도에서 흘러나오는 물속에는 여러가지 광물질부유물과 금속이온들이 포함되여있다.

선광장에서 내보내는 버림물에는 독성이 센 부유광물과 알갱이들이 들어있다. 제련소의 버림물은 모두 물을 오염시킨다.

화학공장에서 나오는 버림물은 역한 냄새가 나며 수은, 카드미움과 같은 독성물질을 포함하고있다.

주민지구에서 나오는 생활오수속에는 질소화합물, 질산염, 류산염, 뇨소, 류화수소, 여러가지 미생물을 비롯한 오염물질이 들어있다.

농업퇴수속에는 농작물에 흡수되고 남은 농약과 비료성분이 들어있으며 목장들에서 나오는 퇴수속에도 여러가지 오염물질이 들어있어 물을 오염시킨다.

이미 오염된 강하천물이 바다에 흘러들거나 자본주의나라들에서와 같이 공업버림물과 페기물, 방사성물질, 기름류 등을 바다에 마구 버림으로써 바다물이 오염된다.

〔참고〕 몇가지 수질검사지표

용존산소(DO)—물속에는 항상 일정한 량의 산소가 풀려있는데 그것을 용존산소라고 하며 mg/L 또는 ppm단위로 측정한다. 물은 그속에 산소가 풀려

있어 자연정화능력을 가지며 물살이생물들이 살아갈수 있다. 자연수에는 용존산소가 5~10ppm정도 들어있다.

생화학적산소요구량(BOD)—물속의 유기물질이 호기성미생물에 의해 분해될 때 소비되는 총 산소량으로 물속유기물량을 간접적으로 계산하는데 이것을 생화학적산소요구량이라고 한다.

단위는 mg/L 또는 ppm이다.

화학적산소요구량(COD)—물속유기물질이 미생물이 아니라 과망간산칼리움이나 중크롬산칼리움과 같이 화학적산화제에 의해 산화될 때 소비되는 산소량을 말한다.

물속유기물질량을 미생물을 리용하는 BOD지표로 측정하면 최소한 5일이라는 기간이 요구되므로 이보다 더 빨리 결과를 알 필요가 있을 때 화학적산화제를 리용하는 COD지표를 쓴다.

부유물질(SS)—물시료를 걸렀을 때 갈라지는 비용해성물질을 말한다. 단위는 mg/L이다. 부유물질이 50mg/L를 넘으면 물고기가 질식된다.

대장균수—물속에 사는 대장균의 수는 수질오염정도를 나타내는 중요한 지표이다.

이밖에도 여러가지 수질검사지표들이 있다.

물속에 크롬산염, 크롬, 동, 니켈, 철의 염들이 들어있으면 물이 여러가지 진한 색을 띠는데 이런 물을 염색 및 종이공업에서 공업용수로 리용하면 생산물의 색갈이 변화된다.

물속에 유기물질이 들어있으면 미생물의 영양원천으로 되여 분해되는데 이때 물속의 산소가 많이 소비된다. 그러면 물속에서 산화과정이 멎고 유기물질이 부패변질되여 역한 냄새와 가스가 나오며 결과 물살이생물에 해를 준다.

산, 알카리와 같은 무기염류들이 물속에 들어가면 물의 pH값을 변화시켜 세균과 미생물을 죽이거나 생장을 억제하며 물의 자연정화작용을 방해한다. 또한 물의 경도를 높임으로써 공업용수와 생활용수로서의 질을 떨어뜨린다.

메타놀, 시안화물, 카드미움, 비소, 유기농약, 살충제와 같은 유독성물질들은 물속에서 물살이생물을 죽이고 생물체안에서의 농축작용과 먹이사슬을 통하여 나중에는 사람의 건강에까지 영향을 준다.

물이 열오염되여 물온도가 높아지면 물속에 풀리는 산소량이 적어진다. 한편 물온도가 높아지면 유기물질의 분해속도가 촉진되면서 산소소비량이 늘어나 물속의 산소량이 적어진다. 그러면 물고기를 비롯한 물살이생물의 생존과 번식에 불리한 조건이 이루어진다.

바다와 강의 물면에 기름막이 형성되면 물속에 산소가 제대로 들어가지 못하여 물살이생물의 생활에 불리한 영향을 주며 바다가의 풍치를 파괴하고 새류들의 생활에도 큰 위험을 조성한다.

2. 물환경보호

물환경을 오염으로부터 보호하자면 우선 환경기준을 바로 정하고 공장, 기업소들에서 반드시 환경기준에 도달한 버림물만을 내보내도록 감독통제사업을 잘하여야 한다.

환경기준은 사람들이 생활하는데 해롭지 않을 정도로 규정한 유해물질의 위생학적허용한계농도를 말한다.

다음으로 버림물에 대한 정화처리를 잘해야 한다.

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《군소재지와 농촌마을에서도 선진적인 정화기술을 받아들여 환경을 오염시키는 일이 없도록 하며 공장, 기업소들에서도 버림물들을 철저히 정화하여 도시와 강하천을 오염시키는 일이 없도록 하여야 합니다.》

위대한 장군님의 말씀을 높이 받들고 우리 나라에서는 물오염을 막기 위한 대책을 철저히 세워 강과 호수를 비롯한 물환경이 철저히 보호되고있다.

버림물정화처리는 물리적, 화학적, 생물학적방법으로 진행한다.

물리적방법에는 버림물속의 부유물질을 그물로 갈라내는 방법, 오염물질이 자체중력에 의해 저절로 가라앉게 하는 방법, 버림물속에 불어넣은 공기방울이 떠오를 때 부유물질도 함께 떠오르게 하여 오염물질이 빨리 가라앉게 하는 방법, 자갈과 모래층속으로 버림물을 통과시켜 부유물질을 갈라내는 방법 등이 속한다.

화학적방법에는 버림물속에 화학첨가제를 넣어 산성 또는 알카리성을 중화시키는 방법, 버림물속에 공기, 염소, 오존을 불어넣어 역한 냄새와 오염물질을 없애는 방법 등이 있다.

생물학적방법에서는 미생물이나 물살이식물, 민물조개류 등을 리용한다.

례하면 민물섭조개는 떠살이생물이나 세균을 먹는 한편 분비물로 그것들을 흡착하는데 이러한 성질을 리용하면 오염된 물을 효과적으로 정화할수 있다.

물환경을 보호하자면 또한 공업배치와 생산조직을 합리적으로 해야 한다.

강하천상류, 도시와 주민지구, 명승지, 유원지, 자연보호구 등지에서는 환경을 오염시키는 공장, 기업소건설을 하지 말아야 한다.

공장, 기업소들에서 선진기술을 받아들이면 버림물을 줄이거나 반복리용할수 있으며 관개용수나 양어용수로도 리용할수 있다.

바다물오염을 방지하는데도 관심을 돌려야 한다.

그러자면 제국주의자들이 핵폭발시험을 하지 못하게 하여야 하며 핵페기물을 바다에 마구 버리지 못하게 해야 한다. 또한 선박사고에 의한 기름류출을 없애도록 해야 한다.

[참고] 몇가지 수질평가기준

용존산소(DO)-2ppm이하이면 모든 물고기들이 살지 못하며 5ppm이하이면 벼뿌리가 썩기 쉽다. 7.5ppm이상이면 깨끗한 물로서 수원지물, 수영장물로 리용할수 있다.

생화학적산소요구량(BOD)-1~3ppm이면 먹는물, 4ppm이하이면 수원지물, 20ppm이하이면 처리된 버림물, 400ppm이상이면 생활오수이다.

화학적산소요구량(COD)-1~3ppm이하이면 깨끗한 물, 6ppm정도이면 관개용수로서 적당하다.

부유물질(SS)-100mg/L이하이면 농업용수로 쓸수 있고 500mg/L이상이면 물고기가 질식된다.

대장균수-먹는물의 대장균수는 1L에 3개이하이여야 하며 총 세균수는 50개이하로 되여야 한다.

문 제

1. 우리들의 생활에서 물환경을 오염시키는 요소들을 찾고 그 후과에 대하여 이야기하여라.

2. 강물오염을 미리 방지하자면 어떤 대책들이 필요하겠는가? 대동강을 실례를 들어 설명하여라.

제 5 절. 토양오염과 보호

1. 토양오염과 그 피해

사람들은 더 많은 농산물을 생산하기 위하여 오랜 기간 화학비료와 농약, 관개용수를 대대적으로 사용하여왔다. 이와 함께 현대적인 공장, 기업소들과 광업지구들이 늘어나 많은 버림물과 페기물이 토양속으로 배출되고있다.

이 과정에 오염물질이 토양에 들어가 부단히 쌓이면서 토양의 조성과 구조, 기능이 변화되고있다.

이러한 토양에서 자라난 식물체안에는 오염물질이 집적되여 농업생산물의 질과 량이 떨어지고 나아가서 사람의 건강에 영향을 준다. 이러한 현상을 토양오염이라고 한다.

토양은 여러 환경요소들과 물질 및 에네르기교환을 진행하므로 토양오염을 일으키는 근원은 매우 많다.

토양은 우선 공업버림물과 페가스, 페기물속의 오염성분에 의해 오염된다.

실례로 공업버림물을 관개용수로 리용하거나 공업페기물을 비료로 사용하는 경우가 있는데 그속에 오염물질이 적다 하더라도 오랜 기간 지속되면 토양안에 쌓이면서 오염이 발생한다.

토양은 화학비료, 살충제 등에 들어있는 독성물질에 의해서도 오염된다.

농작물에 농약을 분무하는 방법으로 주면 50%정도는 직접 토양에 떨어지고 나머지도 잎에서 흘러내려 토양에 들어가 오염을 일으킨다.

토양은 오염된 대기와 물이 이동하는 과정에도 오염되며 중금속 또는 방사성물질이 함유된 광상이 풍화될 때에도 오염된다.

토양오염은 사람과 환경에 큰 피해를 준다.

토양속에 수은, 카드미움, 비소, 아연, 연, 크롬, 동, 셀렌과 같은 중금속이 들어가면 이 원소들은 물에 의해 쉽게 이동하지도

않으며 미생물에 의해 분해되지도 않는다.

이러한 중금속원소들이 일정하게 쌓이면 독작용을 나타낸다. 수은과 카드미움은 사람의 건강에 해를 주며 동은 논벼의 뿌리발달을 억제하고 영양분에 대한 흡수능력을 약화시킨다.

농약은 인공적으로 합성한 독성유기화합물로서 안전성이 강하여 쉽게 분해되지 않고 토양속에 오래동안 남아있다.

특히 유기염소제농약인 DDT의 반감기는 1년으로서 환경과 사람의 몸안에 집적되여 해를 준다.

2. 토양환경보호

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《토지는 농업의 기본생산수단입니다. 농작물은 땅에 뿌리를 내리고 자라며 열매를 맺습니다. 토지를 떼여놓고 농업생산을 생각할수 없습니다.》

토지는 농업에서 기본생산수단이며 토양오염을 막는것은 농업생산과 사람들의 건강을 보장하는데서 매우 중요한 의의를 가진다.

토양오염을 막기 위하여서는 토양안으로 들어오는 오염물질의 량과 속도가 정화능력을 초과하지 않도록 오염원천을 통제하고 제거해야 한다.

공업부문에서는 유해물질을 적극 회수처리하며 오염물질의 배출량과 농도를 통제해야 한다. 그리고 오염물질의 성분과 함량상태에 대한 감시측정사업을 강화해야 한다.

농업부문에서 오수에 의한 관개를 통제하며 독성이 센 농약과 잔류기간이 긴 농약사용을 금지하거나 제한하여야 한다. 비료의 시비량을 정확히 규정하고 과학적리치에 맞게 쳐야 한다.

토양오염을 막으려면 또한 토양의 자연정화능력을 높여야 한다.

토양에 유기질비료를 많이 내고 모래땅에 점토를 흙깔이하여 모래질토양을 개량하면 토양콜로이드의 종류와 량이 많아진다. 토양콜로이드알갱이는 유독물질을 흡착하여 토양안에서 오염물질의 활성을 낮춘다.

오염억제제를 사용하는것도 토양오염피해를 줄이는 방도로 된다.

오염억제제로서 토양에 석회를 치면 수은, 동, 카드미움, 아연과 같은 중금속오염물질들이 수산화물형태로 침전되여 식물체안으

로 들어가는 량을 적게 할수 있다.

일단 오염된 토양은 깊이갈이를 하여 겉층의 오염물질을 아래층으로 내려보냄으로써 식물의 뿌리에 적게 흡수되게 해야 한다.

〔참고〕 이따이이따이병

이 병은 일종의 카드미움공해병으로서 1955년에 일본에서 처음으로 알려졌다.

연, 아연광산의 미광속에 들어있는 카드미움이 강물을 오염시키고 오염된 강물이 류역의 논들을 오염시킨 결과 쌀속에 카드미움함량이 높아지게 되였다.

이 병은 카드미움에 오염된 이 지역의 쌀을 먹은 사람들속에서 나타났는데 뼈가 연화되는 질환으로서 신경통증상이 나타나다가 점차 걷기 힘들고 완전히 드러눕게 되며 기침만 해도 뼈가 부러져 환자들은 하루종일 아픔을 호소한다고 한다.

문 제

1. 토양오염은 물, 대기오염과 어떤 관계가 있는가를 실례를 들어 설명하여라.
2. 토양오염을 막기 위해서는 어떤 대책들이 필요한가를 설명하여라.

제 7 장. 지구상의 자원과 보호

사람이 살아가기 위해 생산하거나 소비하는데 필요한 모든것을 자원이라고 한다.

자원에는 철광석, 석탄과 같은 자연자원과 비닐과 같이 사람들이 만들어낸 인공자원이 있다.

자연자원이란 인류가 자연계로부터 직접 채취하여 생산과 생활에 쓰는 물질과 에네르기를 말한다.

자연자원에는 광물, 에네르기, 토지, 산림, 생물, 물, 기후와 같은 자원들이 속한다.

자연자원은 공업과 농업생산에서 원료, 동력으로 되며 사람들의 의식주문제를 해결하는데서 원천으로 된다. 그러므로 자연자원은 인류문명과 사회적진보를 위한 물질적토대라고 말할수 있다.

경제를 발전시키고 인민들의 생활을 높이려면 자원보호사업을

잘해야 한다.

현재 세계적으로 인구가 늘어나고 경제가 급속히 발전함에 따라 자원에 대한 수요가 량적으로나 종류별로 부단히 늘어나고있다.

그런데 자연자원을 무제한하게 개발리용함으로써 부침땅과 산림감소, 유용광물고갈, 식량과 물부족 등 자원위기가 세계를 휩쓸고있다.

우리는 자연자원을 합리적으로 개발리용하고 보호하는 사업을 잘하여 경제강국건설에 적극 이바지하여야 한다.

제 1 절. 유용광물자원

유용광물이란 나라의 경제발전과 인민생활에 리롭게 쓰일수 있는 광물을 말한다.

세계의 주요유용광물매장량(탐사확인된 량)

광물이름	매장량/억t	광물이름	매장량/만t
철광	1 510	석광	1 000
보크사이트	300	몰리브덴광	980
크롬철광	33.3	니오비움	460
마그네사이트	150	류안광	520
류황	17.6	코발트광	306
망간광	16.17	월프람광	260
동광	3.1	리티움	223
형석	5.6	카드미움	65
연광	1.32	베릴리움	42
티탄철광	60	은광	25.5
중정석	1.9	수은광	15.5
아연광	1.62	셀렌	12
돌솜	1.04	비스무트	9.22
금홍석	0.8	탄탈	7.7
니켈광	0.54	금광	4.0
지르콘광	0.3	레니움	0.3
바나디움	0.15	금강석(단위,t)	620

유용광물에는 자연금, 황동광, 방연광, 섬아연광, 철망간중석, 자철광, 흑연, 린회석, 마그네사이트 등이 속한다.

지금까지 자연계에는 2 000여종의 광물이 있는것으로 알려졌는데 그가운데서 경제적으로 쓸모있는것은 200~300종이며 현재 널리 리용되고있는것은 80여종이다.

유용광물자원은 재생될수 없는 자원으로서 량적으로 제한되여있다. 더우기 공업의 확대와 과학기술의 발전에 따라 유용광물자원의 채취량은 많아지고 매장량은 점차 줄어들어 일부 유용광물은 고갈상태에 있다.

자원의 고갈시기를 나타내는 지표로서 가채년수라는 개념을 리용한다.

주요금속자원의 가채년수(년)

금속이름	I	II	III	금속이름	I	II	III
알루미니움	100	31	55	니켈	150	53	96
동	36	21	48	은	16	13	42
철	240	93	173	석	17	15	61
연	26	21	64	웰프람	40	28	72
금	11	9	29	아연	23	18	50

I-산수급수적가채년수, II-기하급수적가채년수, III-탐사확인되는 매장량이 5배로 증가될 경우 기하급수적가채년수

가채년수에는 산수급수적가채년수(현재 채굴하는 속도로 매장량의 80%를 채굴할 때까지 걸리는 년수)와 기하급수적가채년수(해마다 채굴속도가 2.5%씩 늘어나는 경우 매장량의 80%를 채굴할 때까지 걸리는 년수)가 있다.

표에서 보는바와 같이 대부분의 금속자원들은 앞으로 50~100년안으로 고갈될 위기에 처해있다.

현재 지하자원탐사를 폭넓고 깊이있게 진행하여 새로운 자원매장지들을 찾고 륙지뿐아니라 바다밑자원과 바다물속에 풀려있는 금속자원들을 개발리용하기 위한 사업들이 진행되고있다.

또한 달과 같은 지구의 위성과 다른 행성 및 그 위성들의 광물자원을 인류의 복리증진에 리용하기 위한 연구사업들도 전망성있게 추진되고있다.

유용광물을 종합적으로 가공처리하여 한 광물에서 여러가지 종류의 금속 및 비금속원소들을 뽑아내여 유용광물리용의 효과성을 높이고있다.

세계의 주요금속자원 한해생산량(t)

금속이름	1980년	1990년	2000년
선철	5억 4 018만	5억 7 098만	6억 6 941만(2001년)
알루미니움			2 361만
망간광			977만
동	830만	897만	1 426만
연	340만~360만	334만	623만(2001년)
아연	617만	737만	835만
니켈광	76만		80만
석	20만	22만	25만
몰리브덴광			13만
코발트광	3만		
은	1만 500		1만 7 008
금	1 000		2 576
백금족			200
티탄			8만 6 000
안티몬			7만 3 762

그리고 고갈되는 자원대신 새로운 자원을 리용하는 방법으로 긴장한 자원문제를 해결하고있다.

우리 나라에는 철, 연, 아연, 동, 망간, 크롬, 금, 은, 월프람과 같은 흑색 및 유색금속자원들과 마그네사이트, 석회석, 린회석, 흑연 같은 비금속자원들이 풍부하고 다양하게 매장되여있다.

우리는 우리 나라에 풍부히 매장되여있는 지하자원을 개발하여 국방건설과 경제건설, 인민생활향상에 효과적으로 리용하는 한편 나라의 귀중한 자원을 적극 보호하고 아껴써야 한다.

문제

1. 세계적인 자원문제가 제기되는 주요원인은 무엇인가?
2. 우리 나라 지하자원을 보호하고 그 가채년수를 늘이는데서 중요한것은 무엇인가?

제 2 절. 에네르기자원

에네르기자원이란 나무, 석탄, 원유, 천연가스, 높은 곳의 물, 방사성물질과 같이 일을 할수 있는 능력을 가진 물질을 말한다.

실례로 나무, 석탄, 원유를 태우면 열에네르기가 나오는데 이것으로 물을 끓이고 증기를 생산하여 타빈을 돌리면 전기가 나온다.

생산된 전기는 기계를 돌리고 철을 녹이고 조명을 하는 등 일을 할수 있다.

에네르기는 한 형태로부터 다른 형태로 전환될수 있다. 하천의 수력은 타빈을 돌리면서 력학적에네르기로 넘어가며 이 력학적에네르기는 발전기를 돌려 전기에네르기로 넘어간다.

전기에네르기는 인민경제 여러 부문과 우리들의 생활에 리용되면서 열에네르기, 력학적에네르기, 빛에네르기 등으로 전환된다.

에네르기는 경제발전과 인민생활에서 없어서는 안될 귀중한 자원이다.

사실상 에네르기가 없는 인간의 생활이란 단 하루도 생각할수 없다.

사람들이 리용하는 에네르기자원은 그 종류가 대단히 많으며 시대의 발전과 함께 그 기본자원은 변하고있다. 지금까지 많이 리용되여온 에네르기자원은 석탄, 원유, 천연가스, 높은 곳의 물, 방사성물질이며 최근에는 태양열, 바람, 미세기, 지열 등 새로운 에네르기원천을 리용하기 위한 사업들도 추진되고있다.

석탄자원

석탄은 자본주의공업화이후 대량적으로 리용되여온 에네르기자원이다.

원유, 천연가스를 많이 리용하면서 총 에네르기소비량에서 석탄의 비중이 1950년대의 60%수준에서 점차 떨어져 현재 30%이상을 차지한다.

석탄은 발열량과 연소효률이 원유보다 낮으며 재가 많이 나오고 운수수단의 연료로 직접 리용하기 불리한 점도 있지만 매장량이 많고 개발리용에서 기술적요구가 높지 않은 우점이 있어 여러 나라들에서 중요시되고있다.

석탄은 우리 나라를 비롯하여 중국, 로씨야, 인디아, 도이췰란

드, 오스트랄리아, 뽈스까, 북아메리카 등지에 많이 매장되여있다.

원유 및 천연가스자원

원유와 천연가스는 20세기 50년대부터 많이 리용되기 시작하여 현재 에네르기소비량에서 60%이상을 차지한다.

원유와 천연가스는 연소될 때 환경을 오염시키지만 채취, 수송, 사용이 편리하고 발열량이 높으며 재가 거의 없는 질이 높은 에네르기자원이다. 이 자원들은 사우디아라비아, 이라크, 이란, 쿠웨이트, 아랍추장국, 베네수엘라, 로씨야, 리비아, 중국, 메히꼬 등지에 많이 매장되여있다.

원자력자원

원자력 역시 20세기 50년대부터 리용되기 시작하였으며 전력생산량에서 17%이상을 차지한다.

원자에네르기의 원료인 우라니움(^{235}U) 1kg이 분렬반응할 때 2 500t의 석탄을 태울 때와 맞먹는 에네르기가 나오며 1kg의 중수소와 초중수소혼합물이 융합반응할 때에는 이보다 4배의 에네르기가 나온다.

원자력은 주로 전기생산에 리용되는데 소비되는 원료량이 적은 우점이 있는 반면에 건설자금이 많이 들고 건설주기가 길며 높은 기술을 요구하는 결함이 있다.

그러나 일단 발전소를 건설한 다음에는 생산비가 적게 들고 계절적인 제한을 거의나 받지 않는다.

방사성물질이 일단 새여나가기만 하면 그 후과는 상상할수 없을 정도로 크기때문에 원자력리용에서 루출사고를 방지하는것이 매우 중요하다.

수력자원

수력은 언제로 강물을 막아 저수지를 만들고 물의 락차를 리용하여 전기를 생산하는 에네르기자원으로서 현재 전력생산량에서 19%정도를 차지한다.

수력발전소는 건설자금과 시간이 많이 들고 전기생산에서 계절의 영향을 많이 받지만 일단 건설된 후에는 적은 생산비로 많은 전력을 생산할수 있을뿐아니라 에네르기원천의 제한을 받지 않고 환경오염이 없으며 큰물방지, 관개, 수상운수, 풍치조성에도 유리하다.

우리 나라를 비롯하여 중국, 로씨야, 브라질, 북아메리카, 민

주꽁고 등지에 수력자원이 풍부하다.

수력은 리상적인 에네르기자원으로서 세계의 많은 나라들에서 수력발전을 매우 중시하고있다.

세계의 주요에네르기자원량과 한해생산량

이 름	자원량	생 산 량			
		1970년	1980년	1990년	2000년
석탄/t	1조 438억 6 400만	21억 3 500만	27억 2 900만	35억 1 700만	38억
원유/bbl	1조 2 128억	167억 2 700만	218억 3 600만	220억 400만	234억 400만
천연가스/m^3	145조 7 230억		1조 5 584억		2조 3 076억
우라니움광/t	185만				3만 6 734
수력/kW·h	13조(한해)				2조 5 248억
원자력/kW·h	185만t(우라니움)				2조 4 000억
지열발전능력/kW				370만	727만
조수력발전능력/kW	10억				

기타 에네르기자원

오늘날 인류가 대량적으로 소비하고있는 석탄, 원유, 천연가스, 원자력 등은 재생될수 없는 에네르기자원이므로 새로운 에네르기자원개발이 주목을 끌고있다. 그러한 자원에는 태양에네르기, 풍력에네르기, 조수력, 지열, 메탄가스 등이 속한다.

지구겉면에 도달하는 태양에네르기는 초당 6×10^9t의 석탄이 탈 때 나오는 에네르기와 맞먹는다.

태양에네르기는 이처럼 막대하지만 리용에서 투자가 많이 들고 효률이 낮으며 넓은 부지를 차지하고 저장이 어렵다. 이러한 점들을 해결한다면 태양에네르기의 리용전망은 커질것이다.

현재 많은 나라들에서 태양에네르기에 대한 연구와 시험을 진행하고있으며 열 및 전기생산에 리용하고있다.

이밖에 소규모의 풍력발전소, 조수력발전소, 지열발전소들이 운영되고있으며 농촌에서 메탄가스를 연료로 리용하고있다.

지금 지구상에 있는 유연탄은 500년정도, 무연탄은 100년정도, 천연가스는 60년미만, 원유는 40년미만이면 고갈될것으로 보고있다.

이러한 에네르기자원의 고갈에 대처하기 위하여 현재 태양에네

르기로 수소를 제조하는 연구사업이 적극 추진되고있는데 수소에네르기는 무진장하다고 한다.

우리는 현재 리용되고있는 에네르기자원을 극력 절약하고 새 에네르기자원을 적극 개발하여야 한다.

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리 나라에서 석탄은 연료, 동력의 기본자원이며 공업의 식량입니다.》

우리 나라에는 석탄, 수력자원이 무진장하며 동력구성에서 기본을 이루고있다.

자립적민족경제의 토대를 튼튼히 다지고 그 위력을 높이 발휘하자면 연료, 동력의 기본자원인 석탄생산을 늘이는것과 함께 리용률을 높이는것이 중요하다.

또한 대규모의 수력발전소와 함께 중소규모의 수력발전소건설에 힘을 넣어 수력자원을 최대한 개발리용하며 우리의 땅에서 원유를 비롯한 에네르기자원을 찾고 개발하기 위한 사업을 힘있게 밀고나가야 한다.

그리하여 세계적인 연료, 동력위기의 영향을 이겨내고 인민경제를 끊임없이 높은 속도로 발전시켜나가야 한다.

문제

1. 인민경제 여러 부문에서 에네르기가 어떻게 리용되고있는가를 이야기하여라.
2. 석탄이나 원유, 천연가스가 수력이나 태양에네르기, 조수력과 다른점은 무엇인가?
3. 우리 나라에서 에네르기자원을 보호하고 늘이는데서 중요한것은 무엇인가?

제 3 절. 토지자원

토지는 부침땅을 비롯하여 강하천수역, 산림, 도로, 간석지 등과 같은 륙지부분을 말한다.

토지는 지질, 지형, 기후, 수문, 생물 등 자연조건의 영향을 받으면서 형성되고 변화발전한다.

인간의 목적의식적인 활동은 토지의 류형을 변화시키는데서 큰 작용을 한다.

토지는 리용분야에 따라 농업토지, 주민지구토지, 산림토지, 산업토지, 수역토지, 특수토지로 나눈다.

농작물생산에 직접 리용되는 토지는 주로 농업토지이다. 농업토지는 륙지면적의 9.7%에 해당되는 14억 5천만ha이다.

농업토지는 부침땅과 과수재배지로 나눈다.

부침땅이 많은 나라는 인디아, 로씨야, 중국, 브라질, 오스트랄리아, 카나다, 우크라이나, 까자흐스딴 등이며 국토면적에 비해 부침땅이 적은 나라는 이슬란드, 오만, 쿠웨이트, 수리남, 모리따니, 꽁고, 보쯔와나, 몽골 등이다.

지역과 나라마다 부침땅면적과 인구수가 심히 차이나므로 한사람당 차례지는 부침땅면적도 크게 차이난다.

현재 지구상의 쓸만 한 땅은 거의다 개간된 상태이므로 부침땅면적은 앞으로도 크게 늘어나지 않을것이다.

반면에 흐르는 물과 바람에 의한 토지류실, 사막화, 주민지구와 공업의 확대로 하여 수많은 부침땅이 줄어들고있다.

세계적으로 약 4분의 1의 부침땅이 흐르는 물과 바람에 의하여 류실되고있으며 해마다 500만~700만ha의 토지가 사막으로 변하고있다.

〔참고〕 사헬지역의 사막화

아프리카의 사하라사막남쪽 북위 14°에서 20°에 걸쳐 펼쳐져있는 초원지역을 사헬지역이라고 한다.

이 지역은 전 지역이 열대초원으로 되여있으며 곳곳에 산림지대도 있어 오래전부터 유목과 오아시스를 중심으로 하는 농업이 발전해왔다.

그런데 지금 사헬지역에서는 초원과 산림이 황폐화되고 사막이 확대되고 있는데 사막은 해마다 남쪽으로 수㎞씩 전진한다고 한다.

사헬지역이 사막화되고있는 원인은 심한 가물피해를 받고있는데도 있지만 보다 중요하게는 이곳에서의 사람들의 경제활동이 지나친데 있다고 한다.

1970년대이후 이 지역에 인구가 집중되고 이동식농업과 방목이 발전하였다.

사람들은 해마다 자리를 옮겨가면서 산림지대에 불을 지르고 땅을 개간하여 농사를 지었는데 결과 땅은 나무나 풀이 자라지 못하는 불모의 땅으로 되였다. 또한 지나친 방목과 지하수개발로 하여 풀판이 줄어들고 지표수가 없어지게 되였다.

주민지구가 늘어나고 땔감, 건축용재로 나무를 많이 찍어내여 곳곳에 황무지가 나타나 사헬지역에서의 사막화는 빠른 속도로 촉진되고있다.

인구의 급격한 증가로 하여 한사람당 차례지는 부침땅면적이 계속 줄어들고있다.

세계인구는 1950년에 25억명수준이던것이 1970년에는 37억명, 1990년에는 52억 6 600만명, 2000년에는 60억명을 넘어섰으며 2005년에는 63억 2천만명에 이르렀다.

앞으로 2025년에는 78억명, 2050년에는 거의 90억명계선에 이를것으로 보고있다.

식량부족현상이 제일 심한 아프리카에서 한사람당 부침땅면적이 적은 나라는 꽁고, 시에라레온, 소말리아, 민주꽁고, 가나, 모리따니, 마다가스까르 등이다.

이 나라들에서의 인구의 자연증가률이 매우 높아 앞으로 부침땅부족으로 인한 식량부족현상이 더욱 심해질것으로 보고있다.

대주, 나라별 부침땅면적과 한사람당 부침땅면적

<table>
<tr><th>대 주</th><th>나 라</th><th colspan="2">부침땅면적/ha</th><th colspan="2">인구/명</th><th colspan="2">한사람당 부침땅면적/ha/명</th></tr>
<tr><td colspan="2">세계(2005년)</td><td colspan="2">13억 9천만</td><td colspan="2">63억 2천만</td><td colspan="2">0.22</td></tr>
<tr><td rowspan="2">아시아</td><td>중국</td><td rowspan="2">5억</td><td>1억 2 413만</td><td rowspan="2">38억 4천만</td><td>13억 2천만</td><td rowspan="2">0.13</td><td>0.09</td></tr>
<tr><td>부탄</td><td>14만</td><td>67만</td><td>0.21</td></tr>
<tr><td rowspan="2">유럽</td><td>로씨야</td><td rowspan="2">2억 9천만</td><td>1억 2 600만</td><td rowspan="2">7억 3천만</td><td>1억 4 200만</td><td rowspan="2">0.40</td><td>0.89</td></tr>
<tr><td>스위스</td><td>42만</td><td>750만</td><td>0.06</td></tr>
<tr><td rowspan="2">아프리카</td><td>남아프리카</td><td rowspan="2">1억 8천만</td><td>1 480만</td><td rowspan="2">8억 4천만</td><td>4 850만</td><td rowspan="2">0.21</td><td>0.31</td></tr>
<tr><td>에짚트</td><td>283만</td><td>7 870만</td><td>0.04</td></tr>
<tr><td>북아메리카</td><td>카나다</td><td>2억 6천만</td><td>4 556만</td><td>5억 1천만</td><td>3 310만</td><td>0.51</td><td>1.38</td></tr>
<tr><td rowspan="2">남아메리카</td><td>브라질</td><td rowspan="2">1억</td><td>5 328만</td><td rowspan="2">3억 7천만</td><td>1억 8 400만</td><td rowspan="2">0.27</td><td>0.29</td></tr>
<tr><td>뻬루</td><td>365만</td><td>2 797만</td><td>0.13</td></tr>
<tr><td>오세안</td><td>오스트랄리아</td><td>6천만</td><td>5 289만</td><td>3 300만</td><td>2 100만</td><td>1.82</td><td>2.52</td></tr>
</table>

산이 많고 부침땅이 적으며 인구가 상대적으로 많은 우리 나라의 조건에서 제한된 부침땅을 잘 보호하고 효과적으로 리용하는것

은 농업생산과 인민생활향상에서 특별히 중요한 문제로 나선다.

우선 토지보호사업을 잘하여야 한다. 비, 바람, 흐르는 물에 의한 토양침식을 막기 위하여 다락밭에서 밭이랑을 등고선을 따라 내며 산림조성사업과 강하천정리사업을 잘하는 등 치산치수대책을 철저히 세워야 한다.

우리 나라 북부의 고지대땅과 서해안의 간석지를 대대적으로 개간하여 더 많은 부침땅을 얻어내며 토지정리를 실속있게 하여 조국의 토지를 사회주의조선의 땅답게 전변시켜야 한다.

공장, 기업소, 도로, 살림집 등을 건설할 때 될수록 적은 부지를 리용하며 부침땅을 침범하는 일이 없도록 하여야 한다.

화학비료, 농약에 의해 토양이 오염되는것을 방지하며 유기질비료를 많이 내고 흙깔이를 하여 지력을 높이는것은 토지를 보호하고 효과적으로 리용하기 위한 중요한 방도로 된다.

문제

1. 우리 나라에서 토지가 어떻게 리용되고있는가를 이야기하여라.
2. 토지자원을 보호하는데서 중요한것은 무엇이며 어떤 대책들이 필요하겠는가?

제 4 절. 산림자원과 수산자원

1. 산림자원

산림은 중요한 자연부원의 하나이다.

산림은 경제건설에 필요한 목재, 섬유, 종이 및 기름원료를 비롯한 인민생활에 필요한 식료품과 향료재료를 보장해주며 과수업, 누에치기, 축산업, 꿀벌치기 등의 발전에 이바지한다.

산림은 이산화탄소와 연기, 먼지를 흡수하여 공기를 맑게 하고 물을 저축하여 큰물과 가물피해를 막고 토지를 보호하며 농작물의 수확을 높인다.

※ 1정보의 넓은잎나무림은 하루에 1 000kg의 이산화탄소를 흡수하고 730kg의 산소를 내보내여 1 800m^3의 공기를 맑게 한다.

1정보의 산림은 같은 면적의 맨땅보다 300m^3의 물을 더 받아들여 토지류실과 큰물, 가물피해를 막는다. 바람막이숲은 바람속도를 40～50% 감소시킴으로써 정보당 알곡수확고를 수십kg 더 높인다.

이밖에도 산림은 기후를 조절하고 풍치를 아름답게 하며 소음을 약화시키는 등 여러가지 리로운 작용을 한다.

원래 세계륙지의 3분의 2가 울창한 산림으로 덮여있었다. 그런데 농업과 축산업, 공업의 발전, 전쟁과 자연재해의 후과로 산림이 파괴되여 산림면적이 크게 줄어들었다.

세계산림면적은 1990년까지 계속 줄어들었는데 1970년-1990년기간에 1억 8천만ha의 산림이 줄어들었다.

산림감소현상에서 주목되는것은 열대림이 파괴적인 람벌로 하여 종적을 감추고있는것이다. 특히 남아메리카의 아마조나스저지의 열대림이 심히 줄어들고있는데 1981년-1990년기간에만도 330만ha이상의 산림면적이 없어졌다.

세계산림면적은 약 39억ha이상으로서 주로 남아메리카, 북아메리카, 아프리카, 로씨야에 분포되여있다.

오늘날 세계적으로 산림면적이 약간씩 늘어나는 추세를 보이고 있지만 아직도 산림피복률은 25.7%정도에 머물고있다.

경험에 의하면 산림피복률이 30%이상에 달하고 그 분포가 비교적 고르롭다면 많은 목재를 생산할수 있을뿐아니라 자연재해를 막고 농업을 안전하게 발전시킬수 있다고 한다.

위대한 수령님과 위대한 장군님의 현명한 령도에 의하여 산림조성사업과 보호사업이 성과적으로 진행되여 우리 나라의 산림자원은 빨리 늘어나 세계적으로도 앞선 자리를 차지하고있다.

우리는 산림조성사업을 전군중적으로 벌려 온 나라를 수림화, 원림화하여야 한다. 한편 수종이 나쁜 산림을 좋은 수종으로 바꾸는 사업을 전망성있게 내밀어야 한다.

산림자원을 보호하기 위하여 산불과 병충해, 기상재해의 발생특성을 잘 알고 그 피해막이대책을 철저히 세워야 한다.

2. 수산자원

강이나 호수, 바다에서 사는 동식물을 수산자원이라고 한다.

수산자원은 대륙붕이 발달하고 한류와 난류가 합쳐지는 바다수역 그리고 먹이가 많은 곳에 풍부하다.

세계대양에는 약 15만종의 동물과 10만여종의 식물이 살고있다.

세계대양에는 물고기를 비롯하여 3억 2 000만t의 바다동물이

서식하고있으며 한해에 2억 4 000만t의 바다동물자원이 새로 생겨난다.

세계적인 주요어장은 북서태평양어장, 남동태평양어장, 북동대서양어장, 서부중앙태평양어장, 동인디아양어장 등이다.

북서태평양어장은 깜챠뜨까반도로부터 일본렬도를 거쳐 중국남해에 이르는 수역인데 여기서는 꾸릴한류와 북서태평양난류가 합쳐진다.

이 어장에서는 청어, 명태, 연어, 송어, 대구, 다랑어, 낙지, 정어리 등을 많이 잡는다.

남동태평양어장은 뻬루와 칠레앞바다로서 수산동물잡이량에서 두번째 자리를 차지한다.

북동대서양어장에는 노르웨이해, 북해가 속하는데 여기서는 대구, 청어, 고등어를 많이 잡는다.

세계적으로 한해수산동물잡이량은 1억 2 600만t정도인데 그중에서 바다동물잡이량은 8 460만t이다. 많이 잡는 수산동물은 명태, 정어리, 대구, 다랑어이며 다음으로 칼치, 고등어, 송어, 문어, 새우, 게류이다.

수산동물을 많이 잡는 나라는 중국, 뻬루, 인디아, 칠레, 인도네시아, 로씨야, 타이 등이다.

바다수산자원이 량적으로 제한되여있고 자원재생기간이 긴것으로 하여 최근에는 양어, 양식이 발전하고있다.

양어, 양식은 우리 나라를 비롯하여 중국, 프랑스 등 나라들에서 많이 한다.

오늘날 환경오염의 후과로 하여 호수나 바다의 수질이 나빠져 물고기와 조개류에 큰 피해를 주고있으며 특히 가까운바다의 수산자원이 줄어들고있다. 또한 사람들이 수산자원을 마구 채취하는데로부터 수산자원의 증식이 저애를 받고 일부 수산자원들, 특히는 남극의 많은 고래류가 멸종의 상태에 이르고있다.

우리 나라는 세면이 바다로 둘러싸인 해양국인것만큼 물고기를 비롯한 수산자원을 보호증식시키는 사업이 특별히 중요하다.

우리 나라에서는 수산자원을 보호하기 위하여 버림물을 정화처리하는것과 함께 계절에 따라 잡는 물고기를 제한하고있으며 여러

곳에 서식장과 보호구를 설치하여 물고기와 조개류의 번식조건을 지어주고있다.

문제

1. 산림은 어떻게 리용되며 어떤 일을 하는가?
2. 산림보호에서 중요한것은 무엇인가?
3. 수산자원은 주로 어떤 곳에 많으며 수산자원을 보호하는데서 중요한것은 무엇인가?

제 8 장. 지 도

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《지리학교육에서는 지도를 많이 리용하여야 합니다. 여러가지 지도를 많이 만들어 교수사업에도 리용하고 학생들도 볼수 있게 하는것이 좋겠습니다.》

지도란 땅겉면의 자연지리적 및 사회경제적대상들과 현상들가운데서 필요한것만 골라 작은 부호로 축소한 다음 일정한 수학적방법으로 종이우에 그린 도면을 말한다.

지도는 그림이나 사진과는 구별되는 특징을 가진다.

실례로 그림이나 사진에는 공장이나 산과 같은 지리적대상들의 형태와 위치가 그대로 나타나지만 지도에서는 그것을 이미 약속된 부호로 표시한다. 또한 그림과 사진에는 눈에 보이는 모든 대상들이 다 묘사되지만 지도에는 그 지도의 성격에 따라 그중에서 일부만 묘사된다.

또한 지도는 둥근 지구겉면을 평면종이우에 묘사하기때문에 묘사되는 대상의 길이, 면적, 각, 형태 등이 실지와 달라지게 된다.

지도는 학생들과 근로자들의 지식을 넓히는데서 중요한 수단으로 된다.

지도를 통하여 백두산위인들의 영광찬란한 혁명력사를 더 깊이 학습할수 있으며 나라의 자연조건과 자연부원, 자연개조사업과 인민경제발전에서 이룩된 성과들을 더 잘 알수 있다.

지도는 또한 세계지리학습과 군사부문에도 널리 리용된다.

제 1 절. 지리자리표와 경위망

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《 … 자리표를 리용하는 방법과 지도를 가지고 거리를 판정하는 방법도 알아야 하며 방위각에 의한 전진법 같은것도 잘 알아야 합니다.》

여러가지 지도를 보면 거기에는 많은 위선과 경선들이 서로 사귀여 그물처럼 보인다. 이 선들은 지도우에 표시된 어떤 대상이나 점의 위치를 위도값과 경도값으로 정확히 나타내기 위한것이다.

지도우의 어떤 점의 위치를 나타내는 위도와 경도를 지리자리표라고 하며 위선과 경선으로 이루어지는 그물모양의 망을 경위망이라고 한다.

1. 지리자리표

우리 나라의 수도인 평양의 지리자리표는 북위 39° 01′, 동경 125° 45′이다. 이것을 보고 평양이 지구우의 어느 위치에 있는가를 알려면 위선과 경선, 위도와 경도에 대하여 잘 알아야 한다.

위선과 경선

지구는 북극점과 남극점을 련결하는 축(지축)을 중심으로 자전한다.

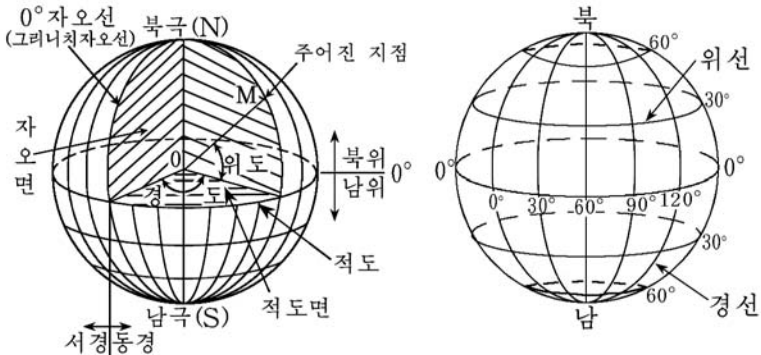



그림 8-1. 위도와 경도, 위선과 경선

지구를 지축에 수직인 방향으로 자른다면 원형면이 생기는데 이 면들의 테두리선을 위선이라고 한다.

위선들중에서 지구를 꼭같은 두 부분으로 가르는 위선을 적도라고 하고 적도에 의해 이루어지는 면을 적도면이라고 한다.

적도선을 포함하여 위선들은 서로 평행이고 어데서나 동서방향을 가리킨다. 위선의 길이는 적도에서 제일 길고 량극으로 가면서 짧아지다가 극에서는 점으로 나타난다.

이번에는 지축을 지나는 면으로 지구를 자른다고 하자. 이때에도 원형면이 생기는데 이것을 자오면이라고 하며 자오면의 테두리선의 절반 즉 북극점과 남극점을 끌점으로 하는 테두리선을 경선(자오선)이라고 한다.

경선들은 극점에서 시작되여 서로 일정한 거리로 떨어져나가다가 다시 다른 한 극점에서 끝나며 어데서나 길이가 같다.

위도와 경도

지도에 그려지는 위선과 경선은 그에 해당한 위도값과 경도값을 가진다.

지구겉면의 주어진 지점과 지구중심을 잇는 선이 적도면과 이루는 각을 위도라고 한다.

적도이북의 위도를 북위, 적도이남의 위도를 남위라고 한다.

위도는 북위, 남위 각각 0°에서 90°까지 변한다. 또한 같은 위선우에 위치한 점들의 위도값은 같다.

영국 런던의 그리니치천문대원지점을 지나는 경선을 0°경선(0°자오선)이라고 하고 이 경선의 경도값을 경도를 재는 기준(0°경도)으로 정했다.

0°자오면과 주어진 자오면사이의 각을 경도라고 한다.

0°자오선에서 동쪽으로 가면서 동경, 서쪽으로 가면서 서경이라고 한다.

경도는 동경, 서경 각각 0°에서 180°까지 변하며 동경 180°선과 서경 180°선은 하나의 경선이다. 또한 같은 경선우에 위치한 점들의 경선값은 같다.

위도와 경도값에 의하여 지구우의 임의의 점의 위치가 유일하게 결정된다.

〔참고〕 그리니치천문대

1675년 영국의 수도 런던의 그리니치구역에 세워진 천문대이다. 도시건설이 발전하면서 고층건물들이 많아지고 게다가 야간조명불빛에 의해 천문관측이 지장을 받게 되여 1923년에 천문대위치를 옮겼으며 1946년에 그 위치를 또다시 옮겼다. 위치를 옮겼지만 지금도 여전히 그리니치천문대로 불리우며 원래의

천문대자리를 그리니치천문대원지점이라고 한다. 여기에는 현재 공원이 자리잡고있으며 공원안의 천문대원지점위치에는 국립기념박물관이 세워져있다.

2. 경위망

위선과 경선은 수없이 많이 그을수 있으므로 위선과 경선에 의해 이루어지는 경위망에서 그물의 크기가 각이해질수 있다. 이러한 복잡성을 피하기 위하여 지구의나 지도에서 서로 이웃한 위선들사이의 위도차이, 경선들사이의 경도차이를 일정하게 규정하고있다.

실례로 1:1 900만 《세계정치지도》에서는 위선과 경선을 각각 10°간격으로 긋고 그밖의 위선과 경선은 표시하지 않았다.

한편 지도는 둥근 지구겉면을 일정한 수학적방법으로 평면에 옮겨놓은것이므로 어떤 수학적방법을 적용하는가에 따라 지도에 그려지는 경위망의 모양이 달라진다.

지도에서는 경위망이 어떤 형태인가에는 관계없이 언제나 위선은 동서방향, 경선은 북남방향을 가리킨다.

문제

1. 같은 위선우에 위치한 두 지점(년중) 그리고 같은 경선우에 위치한 두 지점(춘분 또는 추분때)사이에는 어떤 공통적인 지리적현상이 나타나겠는가?
2. 지구를 평균반경을 가지는 완전한 구로 볼 때 북위 45°인 위선우에 위치한 두 지점사이의 경도차가 1°이라면 그사이거리는 대략 얼마이겠는가?
3. 같은 경선우에 위치한 두 지점사이의 위도차가 1°이라면 그사이거리는 대략 얼마이겠는가를 계산하여라.

제 2 절. 지도읽기

지도를 보고 지도에 묘사된 지구겉면의 자연 및 사회경제적현상들과 대상들을 파악하는것을 지도읽기라고 한다.

지도의 내용을 파악하는데서 가장 중요한것은 축척, 기호, 지형을 보고 리해하는 능력을 가지는것이다.

축척

현지거리를 지도우에서 어떤 비률로 줄였는가를 나타낸것을 말

한다.

지도에서 축척은 흔히 수축척, 설명축척, 자축척으로 나타낸다.

실례로 두 지점사이의 거리가 현지에서는 500m(50 000cm)이고 지도에서는 1cm일 때 수축척은 《1:50 000》, 설명축척은 《1cm는 500m임》으로 표시된다.

자축척은 다음의 그림과 같이 표기된다.

이때 수자들사이의 간격은 정확히 1cm로 그려진다.

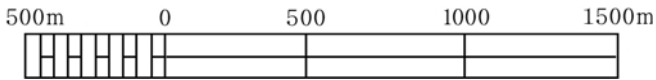



그림 8-2. 자축척

축척을 읽으면서 주의할 점은 축척은 거리의 비률이며 면적의 비률이 아니라는것이다. 현지면적은 지도에서 축척의 두제곱으로 줄어든다.

축척이 1:50 000인 지도에서 면적은 1:$(50\ 000)^2$ 즉 25억분의 1로 줄어든다.

지형

지도에서 지형은 흔히 음영법(평탄면은 밝게, 비탈면은 어둡게 나타나도록 하여 지형의 높낮이가 립체적으로 보이게 하는 방법)과 등고선법 등으로 묘사된다.

지형도에서는 대체로 등고선법으로 지형을 나타낸다.

지형도우에서 같은 높이를 가진 점들을 이은 선을 등고선이라고 한다.

등고선은 닫긴 곡선으로 되며 서로 사귀지 않는다.

위대한 령도자 **김정일**대원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《지도를 잘 보고 리용하자면 지도의 부호들을 다 알고 등고선에 대한 개념을 정확히 가져야 합니다.》

개별적인 한개의 등고선으로는 지형을 나타내지 못하므로 지형도에서는 일정한 높이간격으로 많은 등고선들을 그어서 지형을 나타낸다.

등고선에는 주곡선, 간곡선, 조곡선, 계곡선이 있다.

주곡선은 기본등고선이며 실선으로 그린다.

주곡선사이의 간격이 넓고 그사이의 지형변화를 자세히 알 필

요가 있을 때 서로 이웃한 주곡선사이의 중간높이를 나타내는 간곡선을 긴 점선으로 그린다. 주곡선과 간곡선사이의 중간높이를 나타내는 짧은 점선을 그릴 때도 있는데 이것이 조곡선이다.

축척에 따르는 등고선사이의 높이차(m)

축 척	주곡선과 주곡선	주곡선과 간곡선	간곡선과 조곡선	계곡선과 계곡선
1:5만	20	10	5	100
1:10만	40	20	10	200
1:20만	50	25	12.5	250

등고선의 높이를 쉽게 알아보기 위하여 다섯번째 주곡선마다 굵게 그린것이 계곡선이다. 계곡선에는 그에 해당한 높이를 써넣는다. 지형도에서는 축척에 따라 등고선사이의 높이차가 다르다.

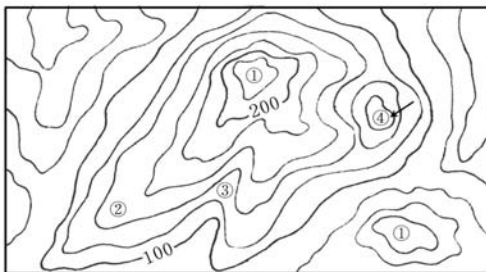



그림 8-3. 등고선에 의한 지형묘사
① 산마루, ② 등성이, ③ 골짜기, ④ 분지

등고선의 분포형태를 보고 지형의 생김새를 알아낼수 있다. 등고선사이의 간격이 좁으면 급경사이고 간격이 넓으면 완만한 경사이다. 산봉우리에서 등고선이 바깥쪽으로 향하면 등성이이고 안쪽으로 향하면 골짜기이다.

원추형산지는 동심원형태의 등고선들로 그려지며 같은 방향으로 나가는 등고선사이에 닫긴 등고선들이 드문드문 놓여있으면 산줄기를 의미한다.

주민지점, 도경계, 군경계, 철길과 역, 도로, 오솔길, 다리, 고압선, 하천, 저수지, 관개물길, 뚝, 양수장, 온천, 약수, 삼각점, 논, 벼랑, 독립수, 바늘잎나무, 넓은잎나무, 간석지, 소금밭

그림 8-4. 지도기호

지도기호

지도가 담고있는 내용을 전달하기 위하여 선정된 여러가지 도

형들과 표식들을 지도기호라고 한다.

지도에 사용되는 약속된 기호들은 대체로 해당한 지도의 《알아보기》표에 주어진다.

같은 내용을 나타내는 지도기호라고 하여도 지도의 종류와 축척 등에 따라 기호의 형태가 달라질수 있다.

〔참고〕 측량기준점

어떤 지역에 대한 도면(지형도, 평면도 등)을 만들려면 그 지역안에 들어있는 개별적인 대상들의 평면자리와 높이를 정확히 측량하여야 한다.

이러한 측량에서는 이미 설정된 자리표계를 기준으로 자리가 정확히 결정된 측량기준점들을 리용한다. 측량기준점들가운데서 평면자리가 결정된 기준점을 삼각점이라고 하고 절대높이가 결정된 기준점을 수준점이라고 한다.

측량기준점에는 점의 자리를 표식하는 표돌을 묻고 그우에 측량할 때 겨눔을 보장하기 위한 구조물을 세운다. 측량기준점들은 인민경제 여러 부문에서 각종 측량을 할 때 기준으로 되므로 파괴하거나 위치를 옮기는 현상이 절대로 없도록 잘 보호관리하여야 한다.

문제

현지에서 두 지점사이의 거리가 10 000m이고 호수의 면적은 100km^{2}라고 하자. 축척이 1:5만인 지도에서 거리는 얼마이고 호수면적은 얼마로 되겠는가?

제 3 절. 지형도

지도는 그 사명과 내용, 축척의 크기에 따라 여러가지로 나눈다.

축척의 크기에 따라 대축척지도(1:1만-1:2천), 중축척지도(1:5만-1:2만 5천), 소축척지도(1:20만-1:10만), 개관형지도(1:100만-1:50만)로 나누며 내용에 따라 일반지도와 전문지도로 나눈다.

일반지도는 땅겉면의 수문요소, 지형, 토양 및 식물피복, 교통망, 주민지점, 행정경계 및 그밖의 경제문화적대상들을 반영한 지도이며 전문지도는 여러가지 대상들과 현상들가운데서 어느 한가지 요소를 상세하게 묘사한 지도이다.

일반지도가운데서 축척이 1:20만이상 되는 지도를 지형도라고 한다.

지형도는 축척이 크므로 지형을 비롯한 모든 내용들이 구체적이고 상세하게 그려진다. 지형도에서 기본내용을 이루는 지형은 대체로 등고선법으로 묘사된다.

1. 지도목록체계

지도에서 한개 지역은 대체로 여러장으로 된 도면들로 묘사된다. 이때 매 도면에 일정한 수자와 글자를 써서 그 도면의 자리를 표시하는데 이것을 목록체계라고 한다.

우선 지구겉면을 180° 경선을 기준으로 하여 동쪽으로 가면서 6°간격으로 수자 1, 2, 3, … 으로 번호를 붙인다. 우리 나라는 동경 120°-132°사이에 위치하므로 51, 52번에 해당된다.

다음으로 지구겉면을 적도를 기준으로 위도방향으로 4°간격으로 나누어 영어자모순서로 A, B, C, … ,V를 붙이고 마지막 위도 88°-90°사이는 Z를 붙인다.

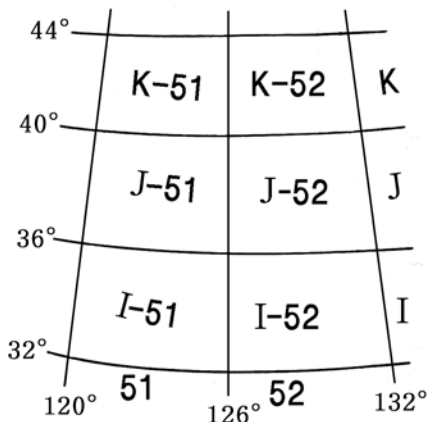



그림 8-5. 1:100만지도에서 우리 나라 령역의 목록번호

우리 나라는 북위 32°-44°사이에 위치하므로 I, J ,K에 해당된다.

위도대자호와 경도대번호를 결합하면 우리 나라의 목록번호는 I—51, I—52, J—51, J—52, K—51, K—52이다.

1:100만지도에서는 도면 하나에 이 목록번호하나에 해당한 지역을 그린다. 그러므로 우리 나라의 령토는 1:100만지도로 6장이면 그려진다.

1:50만지도에서는 1:100만지도의 도면 한장에 그려진 령역을 4장에 그린다.

이때 1:100만지도의 목록번호에 K—51—ㄱ와 같이 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ가 덧붙는다.

이와 같은 방법으로 1:20만지도에서는 1:100만지도 한장에

그려진 령역을 36장에 그리며 추가되는 번호는 로마수자로 Ⅰ-ⅩⅩⅩⅥ까지, 1:10만지도에서는 144장에 그리고 추가번호는 아라비아수자로 1-144까지이다.

지도목록에 의하여 그 지도의 축척, 묘사된 지역의 위치를 정확히 가려낼수 있다.

축척에 따르는 도면목록과 경위도차

축 척	1:100만도면 한장에 포함되는 도면수	목록표시	경도차	위도차
1:100만	1	J－51	6°	4°
1:50만	4	J－51－ㄱ	3°	2°
1:20만	36	J－51－ⅩⅩⅩⅥ	1°	40′
1:10만	144	J－51－144	30′	20′
1:5만	576	J－51－144－ㄱ	15′	10′

2. 지형도작업

〔실습1〕 지형도기호 알아보기

① 지형도에서 주민지들을 찾고 대체로 어떤 곳에 위치하고있는가를 알아보아라.

② 도경계와 군경계를 찾고 지형도에 몇개의 도와 군이 있는가를 알아보아라.

③ 철길과 자동차길, 오솔길을 찾고 등고선의 방향과 대비하여 보아라.

④ 쌍암말에서 남천을 건너 상촌으로 가려면 반드시 다리를 건너야 한다. 다리는 어느 위치에 있는가를 찾아보아라.

⑤ 지형도에서 하천과 뚝, 양수장, 관개물길, 논을 찾고 그 위치관계를 생각해보아라.

⑥ 산들을 찾고 거기에 어떤 산림이 있는가를 알아보아라.

⑦ 간석지와 소금밭은 어느 사이에 위치하고있는가?

⑧ 온천과 약수, 독립수, 벼랑을 찾아보아라.

〔실습2〕 등고선알아보기와 해발높이구하기

① 그림에서 계곡선과 주곡선을 찾아보아라.

② 그림에서 해당 번호의 등고선높이는 얼마인가, 주곡선사이의 높이간격은 얼마인가?

〔실습3〕 지형도에서 거리재기

〔준비품〕 눈금자, 량각기

(승리산과 솔산사이의 현지거리를 재려고 한다.)

그림 8-6. 지형도의 일부

수축척에 의한 거리재기

○ 승리산과 솔산을 련결하는 직선을 긋는다.

○ 눈금자로 직선의 길이(ℓ)를 잰다.

○ 지형도에서 수축척의 분모(M, 여기서는 50 000)를 찾는다.

○ 다음의 식으로 승리산과 솔산사이의 현지거리(L)를 구한다.

$$L=\ell \cdot M$$

문제

1. 어떤 지형도의 웃부분에 지도목록번호가 K—52-67—ㄴ으로 씌여있었다. 이 지도의 축척은 얼마이며 지도에 묘사된 령역의 경도, 위도는 어느 범위에 있는가?
2. 교과서의 지형도에서 붉은산과 쌍암산사이의 거리를 재고 지형자름면을 그려보아라.

지 리(중학교 제5학년용)

2판

집 필	부교수 문영빈, 장봉훈, 배인영	심 사	심의위원회
편 집	장봉훈	그 림	안송미
장 정	류명심	교 정	
낸 곳	교육도서출판사	인쇄소	
		1판발행	주체94(2005)년 9월 30일
2판인쇄	주체101(2012)년 월 일	2판발행	주체101(2012)년 월 일

교—　—보—